

**Fleischleistung und Fleischqualität bei Weidekälbern unter
Berücksichtigung des mit Videobildanalyse bestimmten
Fettanteils im *M. longissimus dorsi***

D i s s e r t a t i o n

zur Erlangung des akademischen Grades
doctor rerum agriculturalarum
(Dr. rer. agr.)

**eingereicht an der
Landwirtschaftlich-Gärtnerischen Fakultät
der Humboldt-Universität zu Berlin**

von

Dipl. Ing. agr. Djamel Sanaa

Geboren am 17.11.1970 in Algier, Algerien

Präsident

der Humboldt-Universität zu Berlin:

Prof. Dr. Dr. h.c. Christoph Marksches

Dekan

der Landwirtschaftlich-Gärtnerischen Fakultät:

Prof. Dr. sc. Dr. h.c. Otto Kaufmann

Gutachter: 1. Prof. Dr. Werner Schlote

2. Prof. Dr. Kurt J. Peters

3. PD. Dr. Dr. habil. A. M. Scholz

eingereicht: 11. März 2009

Datum der Promotion: 03. Juli 2009

*Meinen Eltern
in Dankbarkeit gewidmet*

Danksagung

Mein besonderer Dank gilt Prof. Dr. Werner Schlote für die Überlassung des Themas und die wertvollen Hinweise bei der Anfertigung dieser Arbeit.

Ebenso möchte ich Frau Dr. Ulrike Funke für die anhaltende konstruktive fachliche und außerfachliche Diskussion sowie die Hilfestellungen in jeder Phase dieser Arbeit herzlich danken.

Herrn PD Dr. Dr. habil. Armin Scholz möchte ich für die vielfältige Unterstützung und die nützlichen Ratschläge, insbesondere in Fragen der Videobildanalyse, meinen besonderen Dank aussprechen.

Auch Herrn Ulrich Peter bin ich für die tatkräftige Hilfe bei der Aufnahme der Videobilder und für die Beratung bei der statistischen Auswertung sehr dankbar.

Bei Frau Dr. Margret Roffeis, Landesamt für Verbraucherschutz und Landwirtschaft (LVL), Groß Kreutz, bedanke ich mich herzlich für die Organisation der Datenerhebung, die Bereitstellung der Daten sowie die stetige Hilfsbereitschaft.

Ebenso bedanke ich mich bei Dr. Manfred Leberecht, Geschäftsführer, und den Mitgliedern der Erzeugergemeinschaft "Prignitzer Weiderind" für die großzügige Bereitstellung des Tiermaterials sowie die unkomplizierte Zusammenarbeit.

In gleicher Weise gilt mein Dank Herrn Professor Dr.-Ing. Harald Kolb, Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR), Berlin, für die Bereitstellung des Labors und die Beantwortung von methodischen Fragen der Fleischtechnologie, und Herrn Kersten für die Unterstützung der Untersuchungen und das freundschaftliche Arbeitsklima.

Frau Dagmar Jäger danke ich für die Mithilfe bei der Datenerhebung und der chemischen Untersuchung der Proben.

Den Schlachtbetrieben in Bad Bramstedt, Kasel-Golzig und Fehrbellin sowie ihren Mitarbeitern schulde ich Dank dafür, dass Probenahmen und Fleischuntersuchungen reibungslos durchgeführt werden konnten.

Nicht zuletzt gilt mein Dank dem Land Berlin und der Fazit Stiftung, Frankfurt am Main, die mir während meiner Promotionsarbeit jeweils ein Jahresstipendium gewährt haben.

Dem Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg danke ich für die organisatorische und finanzielle Unterstützung der Untersuchungen.

Meinem Freund Dr. Mohammed Madjet, der mich während der Erstellung dieser Arbeit stets unterstützt und begleitet hat, danke ich sehr herzlich für die gemeinsame Zeit, für viele Diskussionen und wertvolle Ratschläge.

An meine Eltern, die mir durch ihre Unterstützung das Studium ermöglicht haben und so den Grundstein für dieses Vorhaben legten, geht auf diesem Weg mein besonderer Dank. Ebenfalls gebührt großer Dank meiner ganzen Familie, die mir jederzeit zur Seite stand und viel Verständnis für meine Arbeit aufgebracht hat.

Zuletzt möchte ich mich besonders bei meiner Frau Nadia für ihre Geduld und ihr Verständnis bedanken, sie hat mich in den entscheidenden Phasen der Arbeit motiviert und durch ihre Unterstützung viel zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen. Außerdem möchte ich bei meiner Tochter Eliza dafür entschuldigen, dass ich nicht mehr Zeit mit ihr verbringen konnte.

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	1
2 Beschreibung der Tierkategorien, der Fleischleistung und der Fleischqualität	3
2.1 Tierkategorien	3
2.2 Fleischleistung	5
2.3 Fleischqualität	10
3 Literaturübersicht	13
3.1 Fleischleistung	13
3.1.1 Lebendgewicht	13
3.1.2 Lebenstagszunahme und Nettozunahme	22
3.1.3 Schlachtkörpergewicht	29
3.1.4 Fleischigkeitsklasse	39
3.1.5 Fettgewebeklasse	43
3.2 Fleischqualität	50
3.2.1 pH-Wert	50
3.2.2 Fleischfarbe	59
3.2.3 Scherkraft	70
3.2.4 Intramuskulärer Fettgehalt	81
3.2.5 Sichtbarer Fettanteil (Videobildanalyse)	90
3.3 Beziehungen zwischen den Merkmalen	94
3.3.1 Beziehungen zwischen den Merkmalen der Fleischleistung	94
3.3.2 Beziehungen zwischen den Merkmalen der Fleischleistung und der Fleischqualität	97
3.3.3 Beziehungen zwischen den Merkmalen der Fleischqualität	100
3.4 Anforderungen an Qualitätsfleisch	109

4 Material und Methoden.....	112
4.1 Versuchsaufbau und Herkunft des Tiermaterials	112
4.2 Datenerhebung	118
4.2.1 Merkmale der Fleischleistung.....	118
4.2.2 Merkmale der Fleischqualität	119
4.3 Methoden zur Untersuchung der Fleischqualität	121
4.3.1 Messung des pH-Wertes	121
4.3.2 Farbmessung.....	121
4.3.3 Scherkraftmessung	122
4.3.4 Ermittlung des intramuskulären Fettgehalts	123
4.3.5 Erfassung des sichtbaren Fettanteils mit der Videobildanalyse.....	123
4.4 Statistische Auswertungsmethoden	126
5 Ergebnisse und Diskussion	129
5.1 Statistische Beschreibung und Leistungsniveau	129
5.1.1 Fleischleistung	129
5.1.2 Fleischqualität	137
5.2 Untersuchung der systematischen Effekte	143
5.2.1 Fleischleistung	143
5.2.2 Fleischqualität	154
5.2.2.1 pH-Wert	155
5.2.2.2 Fleischfarbe	157
5.2.2.2.1 Helligkeit (L*)	157
5.2.2.2.2 Rotton (a*)	162
5.2.2.2.3 Gelbton (b*)	164
5.2.2.3 Scherkraft	168
5.2.2.3.1 Scherkraft roh 48 Stunden p.m.	168
5.2.2.3.2 Scherkraft roh 14 Tage p.m.	170
5.2.2.3.3 Scherkraft gekocht 14 Tage p.m.	171
5.2.2.4 Intramuskulärer Fettgehalt	174
5.2.2.5 Sichtbarer Fettanteil	176

5.3 Beziehungen zwischen den Merkmalen	179
5.3.1 Korrelationen zwischen den Merkmalen der Fleischleistung	179
5.3.2 Korrelationen zwischen den Merkmalen der Fleischleistung und der Fleischqualität	182
5.3.3 Korrelationen zwischen den Merkmalen der Fleischqualität	188
 6 Zusammenfassung	 200
 7 Summary	 202
 8 Literaturverzeichnis	 204
 9 Anhang	 220

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Definition der Tier- und Fleischkategorien	4
Tabelle 2:	Beschreibung der Fleischigkeitsklassen (<i>BMJ</i> , 2002, verändert)	8
Tabelle 3:	Beschreibung der Fettgewebeklassen (<i>BMJ</i> , 2002, gekürzt)	9
Tabelle 4a:	Lebendgewicht bei Kälbern.....	15
Tabelle 4b:	Lebendgewicht bei Rindern	17
Tabelle 5a:	Lebenstagszunahme bei Kälbern.....	23
Tabelle 5b:	Lebenstagszunahme bei Rindern.....	24
Tabelle 6:	Nettozunahme.....	26
Tabelle 7:	Schlachtkörpergewicht	30
Tabelle 8:	Fleischigkeitsklasse, EUROP ¹⁾	40
Tabelle 9:	Fettgewebeklasse ¹⁾	45
Tabelle 10a:	pH-Wert bis 24 Stunden p.m. am M. longissimus dorsi ..	52
Tabelle 10b:	pH-Wert bei 48 Stunden und mehr p.m. am M. longissimus dorsi	54
Tabelle 11:	Fleischfarbe L*-Wert (Helligkeit), a*-Wert (Rotton), b*-Wert (Gelbton) am M. longissimus dorsi.....	60
Tabelle 12:	Scherkraft.....	72
Tabelle 13:	Intramuskulärer Fettgehalt	82
Tabelle 14a:	Sichtbarer Fettanteil (SFA) bei gefärbten Proben	91
Tabelle 14b:	Sichtbarer Fettanteil (SFA) bei ungefärbten Proben	92
Tabelle 15:	Phänotypische Korrelationen (r_p) zwischen den Merkmalen der Fleischleistung.....	95
Tabelle 16:	Phänotypische Korrelationen (r_p) zwischen den Merkmalen der Fleischleistung und der Fleischqualität	98
Tabelle 17:	Phänotypische Korrelationen (r_p) zwischen pH-Wert und den Farbmerkmalen.....	101
Tabelle 18:	Phänotypische Korrelationen (r_p) zwischen Scherkraft (WBS), intramuskulärem Fettgehalt (IMF) und anderen Fleischqualitätsmerkmalen	103
Tabelle 19:	Phänotypische Korrelationen (r_p) zwischen sichtbarem Fettanteil (SFA) und Fleischqualitätsmerkmalen.....	106
Tabelle 20:	Phänotypische Korrelationen (r_p) zwischen sichtbarem Fettanteil (SFA) und intramuskulärem Fettgehalt (IMF)	107

Tabelle 21:	Anforderungen für Qualitätsrindfleisch (<i>TEMISAN</i> und <i>AUGUSTINI</i> , 1987)	110
Tabelle 22:	Richtwerte für Qualitätsrindfleisch – Schlachtkörperqualität.....	110
Tabelle 23:	Anforderungen an die Produkteigenschaften von Kalb- fleisch (<i>M. long.</i>) (<i>ENDER</i> und <i>AUGUSTINI</i> , 1998)	111
Tabelle 24:	Verteilung der Erfassungstermine	113
Tabelle 25:	Tiermaterial für die Schlacht- und Fleischqualitätsmerkmale (Material I)	115
Tabelle 26:	Tiermaterial für die Videobildanalyse	117
Tabelle 27:	Definition der Schlachtkörpermerkmale	118
Tabelle 28:	Fleischqualitätsmerkmale, Bestimmungs- methoden und Messzeitpunkte	120
Tabelle 29:	Fleischleistung der Weidekälber (Material I): Tierzahl (N), arithmetischer Mittelwert (\bar{Y}), Standardabweichung (s), Variationskoeffizient (VK) und Extremwerte (Min., Max.)	130
Tabelle 30:	Fleischleistung der Mastrinder (Material III): Tierzahl (N), arithmetischer Mittelwert (\bar{Y}), Standardabweichung (s), Variationskoeffizient (VK) und Extremwerte (Min., Max.)	134
Tabelle 31:	Fleischqualität der Weidekälber: Tierzahl (N), arithmeti- scher Mittelwert (\bar{Y}), Standardabweichung (s), Variations- koeffizient (VK) und Extremwerte (Min., Max.)	138
Tabelle 32:	Fleischleistung der Weidekälber (I): LS-Mittelwert (LSM), Reststandardfehler (RSE), Signifikanz der systematischen Effekte (*) und ggfs. Koeffizienten der Regressionsvariablen (β).....	143
Tabelle 33:	Fleischqualität der Weidekälber (I): LS-Mittelwert (LSM), Reststandardfehler (RSE), Signifikanz der systematischen Effekte (*) und ggfs. Koeffizienten der Regressionsvariablen (β).....	154
Tabelle 34:	Korrelationskoeffizienten (r_p) zwischen den Merkmalen der Fleischleistung.....	179
Tabelle 35:	Korrelationskoeffizienten (r_p) zwischen pH-Werten und Merkmalen der Fleischleistung	182
Tabelle 36:	Korrelationskoeffizienten (r_p) zwischen Fleischfarbe und Merkmalen der Fleischleistung.....	183
Tabelle 37:	Korrelationskoeffizienten (r_p) zwischen Warner-Bratzler- Scherwerten und Merkmalen der Fleischleistung	185
Tabelle 38:	Korrelationskoeffizienten (r_p) zwischen Fettanteil und Merkmalen der Fleischleistung	186

Tabelle 39:	Korrelationskoeffizienten (r_p) zwischen pH-Wert und Merkmalen der Fleischfarbe.....	188
Tabelle 40:	Korrelationskoeffizienten (r_p) zwischen pH-Wert und Warner-Bratzler-Scherwerten	189
Tabelle 41:	Korrelationskoeffizienten (r_p) zwischen Warner-Bratzler-Scherwerten und Merkmalen der Fleischfarbe	190
Tabelle 42:	Korrelationskoeffizienten (r_p) zwischen Merkmalen der Fleischfarbe	191
Tabelle 43:	Korrelationskoeffizienten (r_p) zwischen Warner-Bratzler-Scherwerten.....	192
Tabelle 44:	Korrelationskoeffizienten (r_p) zwischen intramuskulärem Fettgehalt und Fleischqualitätsmerkmalen.....	193
Tabelle 45:	Korrelationskoeffizienten (r_p) zwischen sichtbarem Fettanteil und Fleischqualitätsmerkmalen für 3 Materialgruppierungen.....	194

Tabellen im Anhang

Tabelle 1:	Lebendgewicht (kg) - LS-Mittelwerte (LSM).....	220
Tabelle 2:	Lebenstagszunahme (g) - LS-Mittelwerte (LSM).....	220
Tabelle 3:	Nettozunahme (g) - LS-Mittelwerte (LSM).....	220
Tabelle 4:	Fleischigkeitsklasse (Pkt.) - LS-Mittelwerte (LSM)	221
Tabelle 5:	Fettgewebeklasse (Pkt.) - LS-Mittelwerte (LSM).....	221
Tabelle 6:	pH-Wert 48 h p.m. - LS-Mittelwerte (LSM)	221
Tabelle 7:	pH-Wert 14 d p.m. - LS-Mittelwerte (LSM)	222
Tabelle 8:	Helligkeitswert (L^*) 48 h p.m. - LS-Mittelwerte (LSM) ..	222
Tabelle 9:	Helligkeitswert (L^*) 14 d p.m. - LS-Mittelwerte (LSM) ..	222
Tabelle 10:	Rottonwert (a^*) 48 h p.m. - LS-Mittelwerte (LSM)	223
Tabelle 12:	Gelbtonwert (b^*) 48 h p.m. - LS-Mittelwerte (LSM).....	223
Tabelle 13:	Gelbtonwert (b^*) 14 d p.m. - LS-Mittelwerte (LSM).....	224
Tabelle 14:	Scherkraft roh (kg) 48 h p.m. - LS-Mittelwerte (LSM)...	224
Tabelle 15:	Scherkraft roh (kg) 14 d p.m. - LS-Mittelwerte (LSM)...	224
Tabelle 16:	Scherkraft gekocht (kg) 14 d p.m.- LS-Mittelwerte (LSM).....	225
Tabelle 17:	Intramuskulärer Fettgehalt (%) - LS-Mittelwerte (LSM)	225
Tabelle 18:	Sichtbarer Fettanteil (%) - LS-Mittelwerte (LSM) für Genotypgruppen (G)	225
Tabelle 19:	Sichtbarer Fettanteil (%) - LS-Mittelwerte (LSM) für Geburtsquartale (Q).....	226

Verzeichnis der Abbildungen

Abbildung 1:	Komponenten und Merkmale des Schlachttierwertes (BRANSCHIED, 1998)	6
Abbildung 2:	Komponenten und Merkmale des Schlachttierwertes in der vorliegenden Untersuchung	7
Abbildung 3:	Koordinatenachsen des L*a*b*-Systems nach CIE (KLETTNER und STIEBING 1980)	11
Abbildung 4:	Anteil der Genotypgruppen bei den Weidekälbern.....	116
Abbildung 5:	Darstellung des Bildausschnitts im Verlauf der Bildver- arbeitung unter OPTIMAS BioScan 4.01 (1991)	125
Abbildung 6:	LS-Mittelwerte des Lebendgewichts (kg) für Genotypgruppen (G), Quartale innerhalb Genotypgruppen sowie Gesamtmittelwert (μ) und Quartale ($Q_1 - Q_4$)	144
Abbildung 7:	LS-Mittelwerte der Lebenstagszunahme (g) für Genotypgruppen (G), Quartale innerhalb Genotypgruppen sowie Gesamtmittelwert (μ) und Quartale ($Q_1 - Q_4$)	147
Abbildung 8:	LS-Mittelwerte der Nettozunahme (g) für Genotypgruppen (G), Quartale innerhalb Genotypgruppen sowie Gesamtmittelwert (μ) und Quartale ($Q_1 - Q_4$)	149
Abbildung 9:	LS-Mittelwerte der Fettgewebeklasse (Pkt.) für Genotypgruppen (G), Quartale innerhalb Genotypgruppen sowie Gesamtmittelwert (μ) und Quartale ($Q_1 - Q_4$)	152
Abbildung 10:	LS-Mittelwerte des pH-Wertes 48 h und 14 d p.m. für Genotypgruppen (G) (s. Anhang Tab. 6 u. 7).....	156
Abbildung 11:	LS-Mittelwerte des Helligkeitswertes (L^*) 48 h p.m. für Genotypgruppen (G), Quartale innerhalb Genotypgruppen sowie Gesamtmittelwert (μ) und Quartale ($Q_1 - Q_4$)	158
Abbildung 12:	LS-Mittelwerte des Helligkeitswertes (L^*) 14 d p.m. für Genotypgruppen (G), Quartale innerhalb Genotypgruppen sowie Gesamtmittelwert (μ) und Quartale ($Q_1 - Q_4$)	160
Abbildung 13:	LS-Mittelwerte des Helligkeitswertes (L^*) 48 h und 14 d p.m. für Genotypgruppen (G)	161
Abbildung 14:	LS-Mittelwerte des Rottonwertes (a^*) 48 h p.m. für Genotypgruppen (G), Quartale innerhalb Genotypgruppen sowie Gesamtmittelwert (μ) und Quartale ($Q_1 - Q_4$)	162

Abbildung 15:	LS-Mittelwerte des Rottonwertes (a^*) 14 d p.m. für Genotypgruppen (G), Quartale innerhalb Genotypgruppen sowie Gesamtmittelwert (μ) und Quartale ($Q_1 - Q_4$) ...	163
Abbildung 16:	LS-Mittelwerte des Rottonwertes (a^*) 48 h und 14 d p.m. für Genotypgruppen (G)	163
Abbildung 17:	LS-Mittelwerte des Gelbtonwertes (b^*) 48 h p.m. für Genotypgruppen (G), Quartale innerhalb Genotypgruppen sowie Gesamtmittelwert (μ) und Quartale ($Q_1 - Q_4$)	165
Abbildung 18:	LS-Mittelwerte des Gelbtonwertes (b^*) 14 d p.m. für Genotypgruppen (G), Quartale innerhalb Genotypgruppen sowie Gesamtmittelwert (μ) und Quartale ($Q_1 - Q_4$)	165
Abbildung 19:	LS-Mittelwerte des Gelbtonwertes (b^*) 48 h und 14 d p.m. für Genotypgruppen (G)	166
Abbildung 20:	LS-Mittelwerte der Scherkraft roh (kg) 48 h p.m. für Genotypgruppen (G), Quartale innerhalb Genotypgruppen sowie Gesamtmittelwert (μ) und Quartale ($Q_1 - Q_4$)	169
Abbildung 21:	LS-Mittelwerte der Scherkraft roh (kg) 14 d p.m. für Genotypgruppen (G), Quartale innerhalb Genotypgruppen sowie Gesamtmittelwert (μ) und Quartale ($Q_1 - Q_4$)	170
Abbildung 22:	LS-Mittelwerte der Scherkraft gekocht (kg) 14 d p.m. für Genotypgruppen (G), Quartale innerhalb Genotypgruppen sowie Gesamtmittelwert (μ) und Quartale ($Q_1 - Q_4$)	172
Abbildung 23:	LS-Mittelwerte des intramuskulären Fettgehalts (%) für Genotypgruppen (G), Quartale innerhalb Genotypgruppen sowie Gesamtmittelwert (μ) und Quartale ($Q_1 - Q_4$)	174
Abbildung 24:	LS-Mittelwerte des sichtbaren Fettanteils (%) für Genotypgruppen (G)	176
Abbildung 25:	LS-Mittelwerte des sichtbaren Fettanteils (%) für Geburtsquartale (Q)	178
Abbildung 26:	Regression zwischen sichtbarem Fettanteil und intramuskulärem Fettgehalt bei Weidekälbern (II, n= 130)	198
Abbildung 27:	Regression zwischen sichtbarem Fettanteil und intramuskulärem Fettgehalt bei Mastrindern (III, n= 90)	198
Abbildung 28:	Regression zwischen sichtbarem Fettanteil und intramuskulärem Fettgehalt beim Gesamtmaterial (II+III, n= 220)	199

1 Einleitung

Zur Nutzung der großflächigen extensiven Weiden in den nordöstlichen Bundesländern für die Fleischproduktion wird überwiegend die Mutterkuhhaltung mit zahlreichen Fleischrindrassen und ihren Kreuzungen eingesetzt. Die Kälber, die aus diesem Produktionsverfahren stammen und nach dem Absetzen geschlachtet werden, werden als Weidekälber bezeichnet. Die Nachhaltigkeit und ausreichende Rentabilität dieses Produktionsverfahrens kann jedoch neben der Kostenminimierung nur durch hohe Erlöse über hohe Preise abgesichert werden. Der Verbraucher wünscht eine natürliche Tierhaltung und eine hohe Fleischqualität. Die Mutterkuhhaltung stellt mit der natürlichen Aufzucht der Kälber an sich ein sehr natürliches Produktionsverfahren dar. Auch wenn die Fleischqualität bisher am Markt nicht mit höheren Preisen bewertet wird, so ist aufgrund des Preisdruckes auch künftig damit zu rechnen, dass geringere Qualitäten vom Markt verdrängt werden. Die Schwierigkeit besteht darin, zum Zeitpunkt der Preisbildung, also auf dem Schlachthof, die hohe Fleischqualität der Produkte nachzuweisen.

Es liegen bis jetzt nur wenige Berichte zur Fleischleistung und zur Fleischqualität von Weidekälbern vor. In einem gemeinsamen Projekt der Abteilung Tierzucht und Tierhaltung der Landesanstalt für Landwirtschaft des Landes Brandenburg in Groß Kreutz (Brandenburg) und der Erzeugergemeinschaft „Prignitzer Weiderind“ wurden Daten zur Mast- und Schlachtleistung in der Mutterkuhhaltung erfasst. Im Rahmen des vorliegenden Vorhabens wurden zusätzlich die Fleischqualitätsmerkmale erfasst und entsprechende Fleischproben von diesen Tieren gewonnen. Diese Proben wurden im Institut für Nutztierwissenschaften der Humboldt-Universität zu Berlin in Zusammenarbeit mit dem Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin (BgVV), jetzt Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR), auf die Fleischqualitätsmerkmale untersucht.

Voraussetzung für eine qualitätsorientierte Bezahlung von Kalb- und Rindfleisch ist eine objektive und bezahlbare Schnellmethode für die Qualitäts-

ermittlung, die leicht in den Schlachtprozess integriert werden kann. Die computergestützte Videobildanalyse ist beim Schwein erfolgreich für die Qualitätsermittlung einsetzbar (GREGOR und SCHOLZ, 1993). Deshalb wurden die Fleischproben der Weidekälber außerdem nach dem gleichen Verfahren mit einer digitalen Kamera aufgenommen und aus den Bildern der sichtbare Fettanteil bestimmt. Zusätzlich wurden auch an Proben von Jungrindern aus verschiedenen Mastverfahren Fleischqualitätsmerkmale einschließlich des sichtbaren Fettanteils erfasst.

Die Daten der Weidekälber sollten zunächst genutzt werden, um das Leistungsniveau in den Merkmalen der Fleischleistung und der Fleischqualität festzustellen. Außerdem sollten die Wirkung der wichtigsten systematischen Effekte einschließlich der Genotypen untersucht und die phänotypischen Beziehungen zwischen den Merkmalen der Fleischleistung und der Fleischqualität geschätzt werden. Des Weiteren sollte unter Einbeziehung des Materials der Jungrinder geprüft werden, welche Beziehungen zwischen dem mittels Videobildanalyse geschätzten sichtbaren Fettanteil und den übrigen Merkmalen vorhanden sind. Schließlich war zu untersuchen, ob der mittels Videobildanalyse geschätzte sichtbare Fettanteil als genügend genauer Indikator für den intramuskulären Fettgehalt herangezogen werden kann und damit die Videobildanalyse als Schnellmethode zur Fleischqualitätsermittlung geeignet ist.

2 Beschreibung der Tierkategorien, der Fleischleistung und der Fleischqualität

2.1 Tierkategorien

Weidekälber sind schwer in die bisher gültigen Tierkategorien einzuordnen. Nach der bisherigen Definition, die hauptsächlich für statistische Tierbestandszählungen entwickelt wurde, sind Kälber Hausrinder mit einem Lebendgewicht bis zu 300 kg, die noch keine zweiten Zähne haben (EU, 2005). Die Einteilung wurde auf Lebendgewicht und Zahnentwicklung bezogen, weil für die Tierbestandszählung nicht in allen Fällen das Geburtsdatum und damit das Alter der Tiere verfügbar ist. Andererseits sind in der Kategorie der Kälber so unterschiedliche Endprodukte wie Milchmastkälber, Mastkälber und Weidekälber enthalten. Um diese Differenzierung in der vorliegenden Arbeit berücksichtigen zu können, wird hier eine auf Lebensalter und Produktionsverfahren gestützte Einteilung (Tab. 1) vorgeschlagen.

Tabelle 1: Definition der Tier- und Fleischkategorien

Tier-Kategorie	Alter (Tage)	Geschlecht	Vorwiegendes Produktionsverfahren	Fleisch-Kategorie*	Beschreibung*
Kälber: Milchmastkälber Weidekälber Mastkälber	< 300	männlich / weiblich	Milchmast Mutterkuhhaltung, Weide Aufzucht, Kraftfuttermast	Kalbfleisch KA	Kalbfleisch-eigenschaft, Schlachtkörper als Kalb zugeschnitten
Jungrinder: Jungbullen	300–730	männlich	Weide / Stall	Jungrindfleisch JR	< 300 kg
Jungfärsen		weiblich	Weide / Stall	Jungrindfleisch JR	< 300 kg
Jungochsen		männlich, kastriert	Weide / Stall	Jungrindfleisch JR	< 300 kg
Jungbullen		männlich	Weide / Stall	Jungbullenfleisch A	> 300 kg
Rinder: Bullen	> 730	männlich	Stall	Bullenfleisch B	> 300 kg
Ochsen		männlich, kastriert	Weide / Stall	Ochsenfleisch C	> 300 kg
Kühe		weiblich, gekalbt	Weide / Stall	Kuhfleisch D	> 300 kg, gek.
Färsen		weiblich, nicht gek.	Weide / Stall	Färsenfleisch E	> 300 kg, n. gek.

*: Verordnung über gesetzliche Handelsklassen für Rindfleisch (BMJ, 2002)

2.2 Fleischleistung

Die Fleischleistung von Nutztieren beruht im Wesentlichen auf ihrem Wachstum. *KRONACHER* (1929) betrachtete das Wachstum als einen Vorgang der Zellvermehrung, Zellvergrößerung und Zelldifferenzierung bei der Zunahme des Körpergewichts, der mit einer arteigenen Geschwindigkeit zu einer arteigenen Endgröße führt.

Nach *SCHÖNMUTH* und *SEELAND* (1994) besteht die Zunahme des Körpergewichtes nicht nur aus Muskelwachstum, sondern auch aus der Vermehrung anderer Gewebearten, wobei sich die qualitative Zusammensetzung des Zuwachses in Abhängigkeit vom Alter des Tieres ändert.

Die Fleischleistung als quantitativer Merkmalskomplex umfasst daher sowohl die Merkmale der Mastleistung als auch der Schlachtleistung. Die Mastleistung kann nicht allein durch das erreichte Lebendgewicht (kg) vor dem Schlachten beschrieben werden. Dieses muss vielmehr um das Geburtsgewicht vermindert und auf die Zeit bzw. das Alter bezogen werden, wodurch das Merkmal durchschnittliche Lebenstagszunahme (g/Tag) entsteht. Dieses Merkmal ist damit zugleich ein Ausdruck der Wachstumsgeschwindigkeit und der Wachstumsintensität.

Die Feststellung der Futterverwertung (d. h. des Futterverbrauchs je kg Zuwachs) als eines weiteren Merkmals der Mastleistung erfordert im Allgemeinen einen hohen Aufwand. Da die Futterverwertung jedoch eng mit der täglichen Zunahme zusammenhängt, wird in der Regel nur die tägliche Zunahme als Mastleistungsmerkmal erhoben.

Ergänzend wird die Mastleistung noch durch das zwar spezifischere, aber weniger gebräuchliche Merkmal der Nettozunahme charakterisiert, die sich aus dem Schlachtkörpergewicht und der Zahl der Lebenstage ergibt (*ERNST* und *KALM*, 1994) und damit den Zuwachs aus schlecht verwertbaren Körperpartien (Schlachtabgang) ausklammert.

Die Schlachtleistung kennzeichnet den Schlachttierwert eines Tieres, der sich nach *BRANSCHIED* (1998) aus dem Schlachtertrag, der Schlachtkörperqualität, bestehend aus der Schlachtkörperzusammensetzung und der Fleischqualität im weiteren Sinne, und dem Schlachtabgang (Schlachttier-

abgang) zusammensetzt (Abb.1). Die wichtigste Größe des Schlachtertrags ist das Schlachtkörpergewicht. Für das Schlachtkörpergewicht wird auch der Begriff Zweihälftengewicht (warm) verwendet. Das Schlachtkörpergewicht bezeichnet das Warmgewicht des geschlachteten und ausgeweideten Tieres (AUGUSTINI, 1987). Dieses ist das Gewicht des längsgeteilten Schlachtkörpers unmittelbar nach der Schlachtung ohne Fett- und Fleischabschnitte, d.h. ohne Nieren und Nierenfett, Beckenhöhlenfett, Oberschalenkranzfett, Sackfett, Euterfett, Halsfett und den sogenannten Stich (Halsvene mit anhaftendem Fettgewebe und Blutigem), Schwanz, Saumfleisch und Nierenzapfen.

Der Wert des Schlachttieres hängt wesentlich von der Höhe des Schlachtkörpergewichts ab. Die Differenz zwischen Lebendgewicht und Schlachtkörpergewicht besteht aus dem Schlachtabgang (Schlachttierabgang): den Schlachtnebenprodukten (z.B. Eingeweide), den Fleisch- und Fettabschnitten sowie den Schlachtabfällen (BRANSCHIED, 1998).

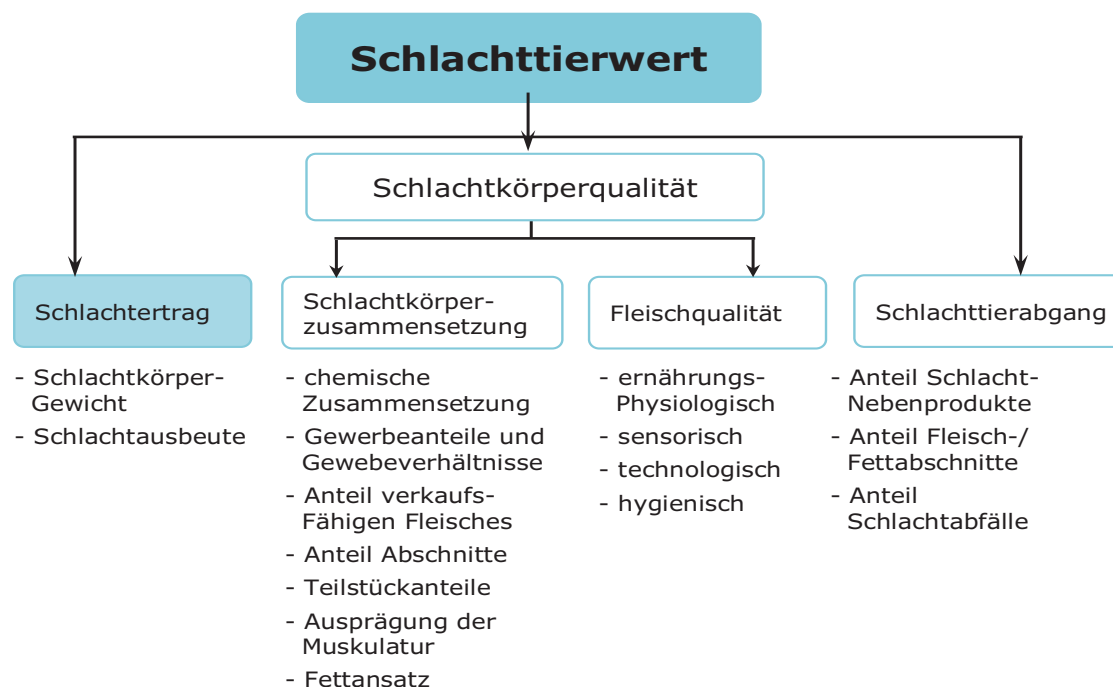


Abbildung 1: Komponenten und Merkmale des Schlachttierwertes (BRANSCHIED, 1998)

Die Schlachtkörperzusammensetzung konnte in der vorliegenden Untersuchung nicht durch die in Abbildung 1 (BRANSCHIED, 1998) aufgeführten objektiven Merkmale erfasst werden. Es wurde lediglich die subjektive Einstufung der Handelsklasse (Fleischigkeitsklasse, Fettgewebeklasse) erhoben. Für die Fleischqualität wurden mehrere Merkmale in eigenen Untersuchungen gemessen, während die Bestandteile des Schlachtabgangs nicht im einzelnen erfasst werden konnten. Damit ergab sich für die vorliegende Untersuchung ein vereinfachtes Schema zur Erfassung des Schlachttierwertes (Abb. 2).

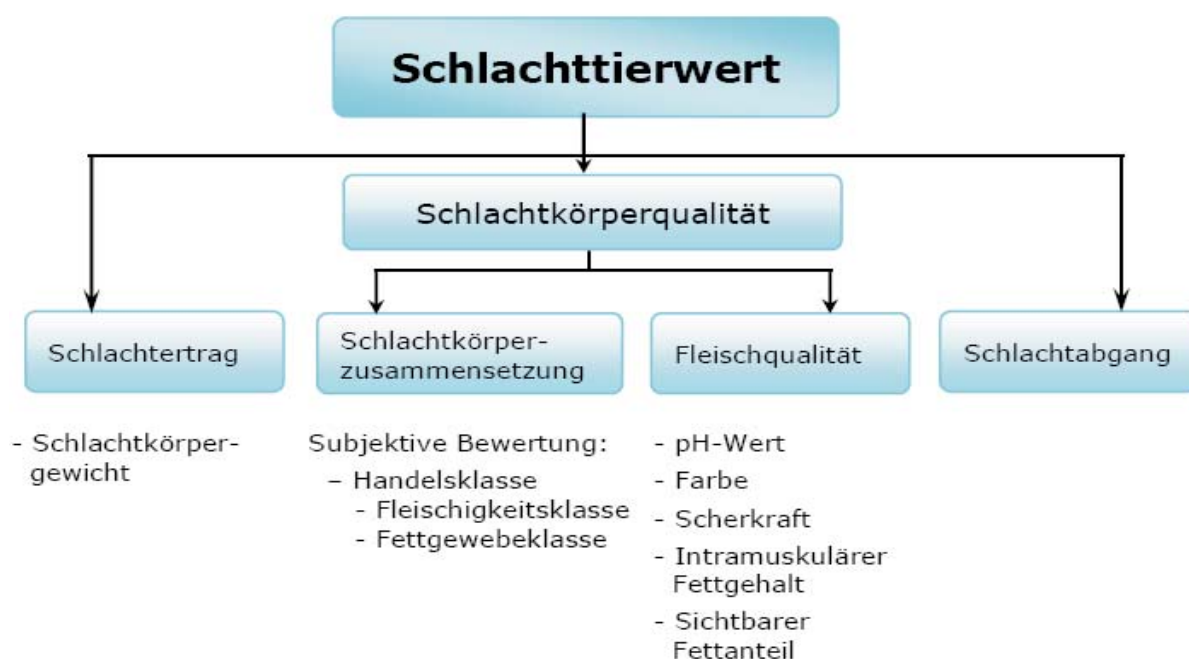


Abbildung 2: Komponenten und Merkmale des Schlachttierwertes in der vorliegenden Untersuchung

Die in der Abbildung angeführten Merkmale werden in der folgenden Analyse berücksichtigt.

Die Schlachtkörperqualität wird einerseits von der Schlachtkörperzusammensetzung, andererseits von der Fleischqualität im weiteren Sinne bestimmt (Abb. 2). Aus technischen Gründen musste sich in der vorliegenden Praxis-Untersuchung die Erfassung der Schlachtkörperzusammensetzung auf die subjektive Bewertung nach Handelsklassen beschränken.

Die Bewertung von Rinderschlachtkörpern ist nach EU-Norm in der „Verordnung über gesetzliche Handelsklassen für Rindfleisch“ (BMJ, 2002) geregelt. Die Handelsklassen werden innerhalb der Kategorie (Kalbfleisch, Jungrindfleisch etc.) anhand der Fleischigkeit und der Ausprägung des Fettgewebes von ausgebildeten Sachverständigen bestimmt. Das Rindfleisch darf nur zum Verkauf gebracht werden, wenn es in eine Handelsklasse eingestuft ist. Die Kennzeichnung des Fleisches muss unmittelbar nach der Schlachtung noch vor Beginn des Kühlprozesses erfolgen (ERNST, 1995).

Die Fleischigkeit beschreibt die Entwicklung der Profile der Schlachtkörper und insbesondere ihrer wesentlichen Teile (BMJ, 2002). Sie wird mit den Buchstaben E, U, R, O und P definiert (Tab. 2).

Tabelle 2: Beschreibung der Fleischigkeitsklassen (BMJ, 2002, verändert)

Fleischigkeitsklasse	Beschreibung	ergänzende Bestimmungen	
E vorzüglich (5)	Alle Profile konvex bis superkonvex; außergewöhnliche Muskelfülle	Keule: Rücken: Schulter:	stark ausgeprägt breit und sehr gewölbt bis in Schulterhöhe stark ausgeprägt
U Sehr gut (4)	Profile insgesamt konvex; sehr gute Muskelfülle	Keule: Rücken: Schulter:	ausgeprägt breit und gewölbt bis in Schulterhöhe ausgeprägt
R gut (3)	Profile insgesamt geradlinig; gute Muskelfülle	Keule: Rücken: Schulter:	gut entwickelt noch gewölbt aber weniger breit in Schulterhöhe ziemlich gut entwickelt
O mittel (2)	Profile geradlinig bis konkav; durchschnittliche Muskelfülle	Keule: Rücken: Schulter:	mittelmäßig entwickelt mittelmäßig entwickelt mittelmäßig entwickelt bis fast flach
P gering (1)	Alle Profile konkav bis sehr konkav; geringe Muskelfülle	Keule: Rücken: Schulter:	schwach entwickelt schmal mit hervortretenden Knochen flach mit hervortretenden Knochen

Die Fettgewebeklasse ist die zweite Komponente der Handelsklasse. Ihre Abstufungen werden mit den Ziffern 1 (sehr gering) bis 5 (sehr stark) gekennzeichnet (BMJ, 2002). Sie ergeben sich aus der Beurteilung der Fettabdeckung auf der Außenseite und der Fettansätze auf der Innenseite des Schlachtkörpers (Tab. 3).

Tabelle 3: Beschreibung der Fettgewebeklassen (BMJ, 2002, gekürzt)

Fettgewebeklasse	Beschreibung
1 sehr gering	Keine bis sehr geringe Fettabdeckung
2 gering	Leichte Fettabdeckung; Muskulatur fast überall sichtbar
3 mittel	Muskulatur mit Ausnahme von Keule und Schulter fast überall mit Fett abgedeckt; leichte Fettansätze in der Brusthöhle
4 stark	Muskulatur mit Fett abgedeckt; an Keule und Schulter jedoch noch teilweise sichtbar; einige deutliche Fettansätze in der Brusthöhle
5 sehr stark	Schlachtkörper ganz mit Fett abgedeckt; starke Fettansätze in der Brusthöhle

2.3 Fleischqualität

Die zweite Komponente der Schlachtkörperqualität ist die Fleischqualität im weiteren Sinne, die neben der Fleischqualität im engeren Sinne auch die Qualität des Fettes, des Bindegewebes und der Knochen in Schlachtkörper umfasst. Die Qualität dieser letzteren Bestandteile spielt jedoch aufgrund ihres weit geringeren Wertes eine untergeordnete Rolle. Der Hauptfaktor für die Beschreibung der Fleischqualität ist deshalb die Beschaffenheit des Fleisches im engeren Sinne.

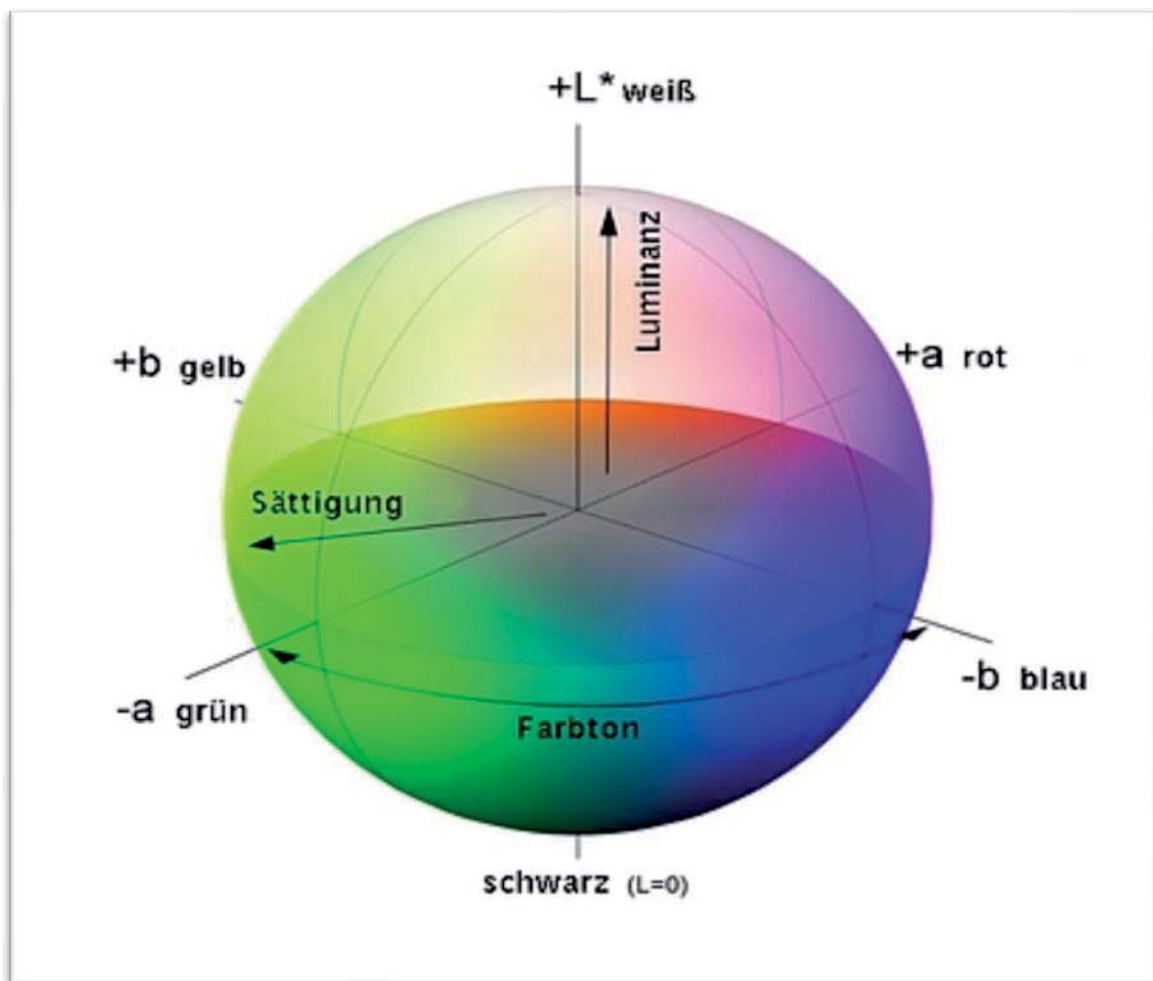
In Anlehnung an *BOCCARD* et al. (1981), *KALM* (1989) sowie *TEMISAN* und *AUGUSTINI* (1989a) wurden in der vorliegenden Untersuchung die Fleischqualitätsmerkmale pH-Wert, Farbe, Zartheit, intramuskulärer Fettgehalt (IMF) und sichtbarer Fettanteil (SFA) erfasst.

Der **pH-Wert** gibt die Säurekonzentration im Fleisch an und charakterisiert damit den Stand der postmortalen Glykolyse, die zu einem Großteil innerhalb von 5 bis 6 Stunden nach der Schlachtung stattfindet und spätestens nach 24 Stunden ihren Endpunkt erreicht (*HOFMANN*, 1987). Diese bewirkt eine Denaturierung der Proteine und den Abbau der Membrane nach der Schlachtung. Deshalb beeinflusst der pH-Wert auch andere Fleischqualitätsmerkmale wie Farbe, Zartheit und Geschmack (*AUGUSTINI* et al., 1977; *SCHEPER*, 1982; *HOFMANN*, 1987).

Die **Farbe** ist für die Beurteilung von Fleisch deshalb besonders wichtig, weil der Käufer das Fleisch nur nach der Farbe beurteilen kann, da er keine Möglichkeit hat, den Geschmack zu prüfen. Erwünscht sind als Farben rosa, helle oder kräftige Rottöne, unerwünscht sind braunrote, graubraune oder graugrüne Farben. Die Farbe des Fleisches ist nicht immer eindeutig, sie kann auch irisieren (*POTTHAST*, 1986; *HOFFMANN*, 2003).

Die Fleischfarbe entsteht in zwei Oxidationsstufen. Das kräftig rote Myoglobin lagert am Hämmolekül Sauerstoff an. Es entsteht Oxymyoglobin, das eine kirschrote Farbe im Fleisch verursacht. Durch weitere Oxydation können auch graubraune Färbungen entstehen (*POTTHAST*, 1986). Die

Messung der Fleischfarbe erfolgt auf Empfehlung der Internationalen Beleuchtungskommission (Commission Internationale de L' Eclairage, CIE, 1986) mit einem Chromameter nach einem dreidimensionalen Verfahren zur Erfassung des Helligkeitswertes (Luminanz) L^* , des Rottons a^* und des Gelbttons b^* (Abb. 3). Der Helligkeitswert (L^*) liegt zwischen den



Quelle: www.sares.at

Abbildung 3: Koordinatenachsen des $L^*a^*b^*$ -Systems nach CIE
(KLETTNER und STIEBING 1980)

Werten 0 (Schwarz) und 100 (Weiß), also zeigen höhere Werte eine höhere Helligkeit an. Die Helligkeit ist das auffallendste Merkmal der Farbe und daher auch die wichtigste Komponente der Fleischfarbe. Rotton (a^*) und Gelbton (b^*) beschreiben mit ihren Werten 1 bis 60 (positive Werte) die Sättigung der Farbe Rot (a^*) bzw. der Farbe Gelb (b^*). Entsprechend

beschreiben die negativen Werte die Sättigung der Farbe Grün (- a^*) bzw. der Farbe Blau (- b^*). Die Fleischfarbe bewegt sich jedoch in der Regel im Bereich der Farbtöne Rot und Gelb. Je größer die absolute Zahl ist, desto höher ist die Sättigung des jeweiligen Farbtönen (KLETTNER u. STIEBING, 1980; FELDHUSEN et al., 1987; HONIKEL et al., 1998).

Die **Scherkraft** (WBS; kg/cm^2) wird als objektiver Maßstab für die Zartheit des Fleisches herangezogen und mit dem sogenannten Warner-Bratzler-Scherapparat gemessen. Mit diesem Gerät wird die maximale Kraft des Widerstandes einer Fleischprobe gegen ein Schermesser erfasst. Die Zartheit ist für den Verbraucher das wichtigste Kriterium der Fleischqualität (LAWRIE, 1970). Für eine gute Fleischqualität sind also niedrige Scherkraftwerte maßgebend.

Der **intramuskuläre Fettgehalt** (IMF; %) spielt eine wichtige Rolle für den Geschmack und die Konsistenz des Fleisches. In der vorliegenden Erhebung wurde er mit der nass-chemischen Methode nach Soxhlet als dem anerkannten Referenzverfahren bestimmt.

Als weiteres Merkmal der Fleischqualität wird der **sichtbare Fettanteil** (SFA; %) mit Hilfe der Videobildanalyse (VBA) am Anschnitt des Rippenstücks in der Regel zwischen der 11. und 13. Rippe (Hochrippe) erfasst. Er entspricht dem Anteil der Summe der optisch als Fett erkannten Flächen an der gesamten Muskelfläche (ENDER et al., 1997). Um die Fettflächen genauer zu erfassen, können die Fleischproben eingefärbt werden (ALBRECHT et al., 1996). In der bisher verbreiteten subjektiven Bewertung, der sogenannten „Marmorierung“, stecken im Grunde zwei unterschiedliche Merkmale: Der sichtbare Fettanteil (Anteil der Summe der Fettflächen an der Gesamtfläche eines Muskels) einerseits und die Verteilung des sichtbaren Fettes über die Muskelfläche andererseits. Der hier untersuchte sichtbare Fettanteil charakterisiert also einen Teilaspekt der Marmorierung.

3 Literaturübersicht

In der Literatur gibt es nur wenig Berichte über die Fleischleistung und die Fleischqualität von Weidekälbern. Dies trifft besonders auf die Untersuchung von Merkmalen der Fleischqualität zu. Die Literaturübersicht stützt sich deshalb überwiegend auf Arbeiten über die Fleischleistung und die Fleischqualität von ausgewachsenen Rindern. Um die außergewöhnlich große Zahl dieser Veröffentlichungen einigermaßen überschaubar zu machen, wurden ihre Ergebnisse in Form von Tabellen zusammengefasst. In der Regel wurden dabei zuerst die Ergebnisse für Kälber und danach die Ergebnisse für Jungrinder und Rinder dargestellt. Innerhalb dieser Kategorien wurden die Arbeiten gewöhnlich nach dem Erscheinungsjahr geordnet.

3.1 Fleischleistung

Das Lebendgewicht (kg), die durchschnittliche Tageszunahme (g) sowie die durchschnittliche Nettozunahme (g) sind Merkmale, welche die Mastleistung eines Tieres kennzeichnen. Dabei wird die Tageszunahme als Quotient aus Lebendgewicht (kg), abzüglich des Geburtsgewichts, und Alter beim Schlachten (in Tagen), die Nettozunahme hingegen aus dem Schlacht-körpergewicht und dem Alter berechnet.

3.1.1 Lebendgewicht

Die Arbeiten zum Merkmal Lebendgewicht sind nach den Kategorien Kälber (Tab. 4a) und Rinder (Tab. 4b) getrennt aufgeführt.

Bei Weidekälbern ergaben sich für das Lebendgewicht vor dem Schlachten im Alter zwischen 187 und 265 Tagen im gemäßigten Klima Mittelwerte zwischen 189 und 290 kg bei Standardabweichungen zwischen 19 und 74 kg (GROTHEER, 1996; ROFFEIS et al., 2001; GOLZE und KRÜGER, 2003; JAKUBEC et al., 2003). Unter den Bedingungen Australiens fanden

JOHNSTON et al. (2003) bei etwas höherem Alter (247 bzw. 281 Tage) mit Gewichten von 197 bzw. 249 kg und Standardabweichungen von 41 bzw. 45 kg ähnliche Werte bei tropischen bzw. nicht-tropischen Rassen. Jüngere Tiere erreichten im Alter von ca. 180 Tagen in Deutschland lediglich Gewichte unter 200 kg (*SZÜCS* et al., 2001a), in Spanien jedoch 214 kg bei traditionellem Absetzen und sogar 302 kg bei Frühabsetzen (*BLANCO* et al., 2008a). Im Alter von 150 Tagen erreichten die spanischen Rassen *Parde de Montaña* (Braunvieh) und *Pirenaica* 192 bzw. 171 kg Endgewicht.

Auffallend waren jedoch die Unterschiede zwischen den Standardabweichungen bei *GROTHEER* (1996) und *ROFFEIS* et al. (2001). Eine als Ursache vermutete größere Altersvariation bestand zwar tatsächlich mit

Tabelle 4a: Lebendgewicht bei Kälbern

Material				\bar{Y}/LSM^*	s	n	Quelle
Kategorie	Rasse	andere Faktoren	Alter				
- Weidekälber	DE						
	- Charolais		210	263	73	9391	GROTHER, 1996
	- Deutsches Angus		210	229	74	1741	
	- Limousin		210	229	67	785	
- Weidekälber	DE		221	264	19	7064	ROFFEIS et al., 2001
- Kälber	DE				SE		
	- Deutsches Fleckvieh		183	195	12	10	SZÜCS et al., 2001a
	- Deutsches Holstein		183	189	13	9	
- Weidekälber	DE						
	- Deutsches Angus (DA)		265	290			GOLZE und KRÜGER, 2003
	- DA x F ₁ (Fleckvieh x Schwarzbunt)		202	284			
	- Limousin (LI)		242	254			
	- LI x F ₁ (Fleckvieh x Schwarzbunt)		187	285			
- Weidekälber	CZ						
	- Tschechisches Fleckvieh		210	234	32	201	JAKUBEC et al., 2003
	- Angus		210	241	29	947	
	- Blonde d' Aquitaine		210	275	35	313	
	- Hereford		210	196	35	983	
	- Charolais		210	272	33	1631	
	- Limousin		210	216	29	515	
	- Piemontese		210	207	31	194	
	- Simmental		210	261	35	135	
- Weidekälber	AU						
	- nicht-tropische Rassen		283	249	45	3613	JOHNSTON et al., 2003a
	- tropische Rassen		247	197	41	3851	
- Mastkälber	ES						
	- Braunvieh	- natürliche Aufzucht	270-	407	15	6	CERDEÑO et al., 2006
		- künstliche Aufzucht	300	401	17	6	

LSM*: LS-Mittelwert.

Tabelle 4a: Lebendgewicht bei Kälbern (Fortsetzung)

Kategorie	Material			\bar{Y}/LSM^*	s	n	Quelle
	Rasse	andere Faktoren	Alter				
- Kälber	ES - Parda de Montaña (Braunvieh)	- früh abgesetzt	180	302		7	BLANCO et al., 2008a
		- traditionell abgesetzt	180	214		8	
- Kälber	ES - Parda de Montaña (Braunvieh) - Pirenaica		150	192		14	BLANCO et al., 2008b
			150	171		14	
		- früh abgesetzt	150	192		14	
		- traditionell abgesetzt	150	170		14	

LSM*: LS-Mittelwert.

Werten von 51, 59 und 55 Tagen für Charolais, Deutsches Angus und Limousin (*GROTHER*, 1996) gegenüber 40 Tagen bei *ROFFEIS* et al. (2001). Jedoch war dieser Unterschied nicht groß genug, um die fast viermal so große Standardabweichung für das Lebendgewicht zu erklären. Das Material von *ROFFEIS* et al. (2001) stammte jedoch aus einer Erzeugergemeinschaft mit vorgegebenem Produktionsziel. Dieses gemeinsame Ziel hat offensichtlich dazu geführt, dass trotz vieler unterschiedlicher Genotypen ein relativ einheitliches Endgewicht mit geringer Variation erreicht worden ist. Demgegenüber lagen dem großen Material von *GROTHER* (1996) wohl deutlich unterschiedliche Produktionsziele zugrunde, die zu der hohen Gewichtsvariation führten.

In den angeführten Publikationen über das Lebendgewicht von Kälbern (Tab. 4a) wurden als systematische Effekte überwiegend die Unterschiede zwischen Rassen untersucht. Dabei wurden von *GROTHER* (1996) die höchsten Gewichte bei der Rasse Charolais (263 kg) gegenüber Deutschem Angus und Limousin (jeweils 229 kg) festgestellt. Ähnliche Ergebnisse fanden *JAKUBEC* et al. (2003) mit den höchsten Gewichten für Blonde d'Aquitaine (275 kg), Charolais (272 kg) und Simmental (261) und den niedrigsten Gewichten für Hereford (196 kg), Piemontese (207 kg) und Limousin (216 kg). Bei *GOLZE* und *KRÜGER* (2003) ergab sich ebenfalls ein deutlich geringeres Gewicht für Limousin-Kälber (254 kg) gegenüber den Genotypen Deutsches Angus und den Kreuzungen Deutsches Angus x F₁ (Fleckvieh x Schwarzbunt) bzw. Limousin x F₁ mit Lebendgewichten von 284 bis 290 Kilogramm. *SZÜCS* et al. (2001a) hatten Tiere der Rassen Deutsches Fleckvieh und Deutsches Holstein untersucht und sehr ähnliche Endgewichte bei beiden Rassen erreicht. Zudem fanden *BLANCO* et al. (2008b) unter spanischen Bedingungen im Alter von 150 Tagen mit 192 kg ein höheres Endgewicht für die Rasse Parda de Montaña (Braunvieh) als für die Rasse Pirenaica (171 kg). Unter tropischen Bedingungen wiesen Weidekälber von nicht-tropischen Rassen mit 249 kg ein deutlich höheres Endgewicht auf als Tiere von tropischen Rassen mit durchschnittlich 197 kg (*JOHNSTON* et al., 2003a).

Tabelle 4b: Lebendgewicht bei Rindern

Kategorie	Material			\bar{Y}/LSM^*	s	n	Quelle
	Rasse	andere Faktoren	Alter				
- Färsen	US - Angus x Gelbvieh	- Maturitätsklasse A - Maturitätsklasse C	984	665		31	FIELD et al., 1997
			1016	689		16	
- Jungbullen	DE - Fleckvieh - Braunvieh - Murnau-Werdenfelser - Pinzgauer		500	627		24	KÖGEL et al., 1997
			500	559		20	
			500	589		26	
			500	631		27	
- Jungfärsen	DE - Fleckvieh (FV)	- Grassilage - Heu - Maissilage	553	427		22	KÖGEL et al., 1998
			554	435		26	
			552	430		23	
- Jungbullen - Jungbullen - Ochsen	DE - Hereford	Mastintensität: - intensiv - semi-intensiv - extensiv	510	582			ROFFEIS, 1999
			540	562			
			750	459			
- Ochsen	CH - Angus - Simmental - Blonde d'Aquitaine - Charolais - Limousin - Piemontese - Angus - Simmental - Blonde d'Aquitaine - Charolais - Limousin - Piemontese	- Anbindestall	368	487		11	CHAMBAZ et al., 2001
			540	631		11	
			517	642		11	
			605	637		11	
			696	695		11	
			705	656		11	
		- Liegeboxenlaufstall	393	524		11	
			477	625		11	
			540	744		11	
			614	698		11	
			683	820		11	
			660	637		11	

LSM*: LS-Mittelwert.

Tabelle 4b: Lebendgewicht bei Rindern (Fortsetzung)

Material				\bar{Y}/LSM^*	s	n	Quelle
Kategorie	Rasse	andere Faktoren	Alter				
- Jungbullen	DE	Stallmast:					KÖGEL et al., 2001
	- Fleckvieh (FV)	Mastintensität:		570		68	
	- Piemontese x FV	- hoch + sehr hoch		595		85	
	- FV	- mittel + hoch		612		66	
	- Rotes Deutsches Angus x FV			580		56	
	- Schwarzes Deutsches Angus x FV			529		48	
	- Deutsches Angus x FV			554		104	
	- FV	- sehr hoch		577		304	
	- Weiß-blaue Belgier x FV			593		42	
	- FV	- Stall- und Weidemast		440		44	
- Färsen	- Piemontese x FV			444		57	SZÜCS et al., 2001a
	- Rotes Deutsches Angus x FV			436		19	
	- Schwarzes Deutsches Angus x FV			412		38	
	- Deutsches Angus x FV			425		57	
	- FV	- Stallmast		445		51	
	- Weiß-Blaue Belgier x FV			482		39	
	DE				SE		
	- Deutsches Fleckvieh		365	446	11	12	
			540	672	10	14	
			730	829	10	15	
	- Deutsches Holstein		365	412	11	13	
			540	570	10	15	
			730	713	10	15	
- Jungochsen	CZ				SE		CHLADEK und INGR, 2003
	- Holstein	- Stallmast, Laufstall	331	368	40	26	

LSM*: LS-Mittelwert.

Tabelle 4b: Lebendgewicht bei Rindern (Fortsetzung)

Kategorie	Material			\bar{Y}/LSM^*	s	n	Quelle
	Rasse	andere Faktoren	Alter				
- Jungrinder	AU - nicht-tropische Rassen - tropische Rassen		625 759	511 485	95 90	3771 3851	JOHNSTON et al., 2003a
- Jungbullen	CZ - Tschechisches Fleckvieh (CFV) - Charolais x CFV - Simmental x CFV - Blonde d' Aquitaine x CFV		505 548 645 683	587 653 694 722	51 76 87 73	12 21 11 7	SOCHOR et al., 2005
- Jungbullen	ES - Braunvieh	- künstliche Aufzucht	360- 400	473	35	6	CERDEÑO et al., 2006
- Jungbullen	HR - Kroatisches Fleckvieh		420	575	57	710	ŠTOKOVIĆ et al., 2007
- Jungbullen	ES - Parda de Montaña (Braunvieh)	- früh abgesetzt - traditionell abgesetzt	362 362	510 489	SE 17	7 8	BLANCO et al., 2008a
- Jungbullen	ES - Parda de Montaña (Braunvieh) - Pirenaica		309 322	447 451	SE 5	14 14	BLANCO et al., 2008b
		- früh abgesetzt - traditionell abgesetzt	307 324	449 449		14 14	

LSM*: LS-Mittelwert.

Für den Faktor Aufzuchtverfahren ergaben sich bei *CERDEÑO* et al. (2006) keine unterschiedlichen Endgewichte zwischen natürlicher und künstlicher Aufzucht, während *BLANCO* et al. (2008a und b) deutlich höhere Endgewichte für früh abgesetzte Kälber (302 kg bzw. 192 kg) als für traditionell abgesetzte Kälber (214 kg bzw. 170 kg) feststellten.

Wegen der verhältnismäßig geringen Zahl von Untersuchungen über die Fleischqualität von Weidekälbern sind in dieser Übersicht auch Arbeiten berücksichtigt, die sich auf ältere Rinder (Jungbullen, Färsen und Ochsen) beziehen (Tab. 4b). Die Mittelwerte für das Lebendgewicht lagen bei diesen mit einem Alter zwischen 307 (*BLANCO* et al., 2008b) und 1016 Tagen (*FIELD* et al., 1997) deutlich älteren Mastrindern natürlich wesentlich höher und variierten zwischen 368 (*CHLADEK* und *INGR*, 2003) und 829 kg (*SZÜCS* et al., 2001a).

Die Ursachen für die große Variation dieser Mittelwerte waren neben dem unterschiedlichen Lebensalter (*SZÜCS* et al., 2001a; *JOHNSTON* et al., 2003a) die unterschiedlichen Kategorien (*ROFFEIS*, 1999; *KÖGEL* et al., 2001), Produktions- und Haltungsverfahren (*ROFFEIS*, 1999; *CHAMBAZ* et al., 2001; *BLANCO* et al., 2008a und b), Rassen (*KÖGEL* et al., 1997; *CHAMBAZ* et al., 2001; *KÖGEL* et al., 2001; *SZÜCS* et al., 2001a; *JOHNSTON* et al., 2003a; *SOCHOR* et al., 2005; *BLANCO* et al., 2008b) und Mastintensitäten (*FIELD* et al., 1997; *ROFFEIS*, 1999; *KÖGEL* et al., 2001).

3.1.2 Lebenstagszunahme und Nettozunahme

Die mittlere Lebenstagszunahme errechnet sich aus dem Lebendgewicht, abzüglich des Geburtsgewichtes, und dem Alter des Tieres in Tagen bei der Schlachtung. Die Mittelwerte für die Lebenstagszunahme bewegten sich für Weidekälber (Tab. 5a) in den Untersuchungen von *ROFFEIS* et al. (2001) und *GOLZE* und *KRÜGER* (2003) sowie für Mastkälber bei *CERDEÑO* et al. (2006) zwischen 916 und 1284 g, die Standardabweichungen lagen zwischen 152 und 195 g. Bei *JAKUBEC* et al. (2003) bewegten sich die Mittelwerte mit 806 bis 1143 g und die Standardabweichungen mit 138 bis 169 g für acht Fleischrassen in ähnlichen Größenordnungen. *ROFFEIS* et al. (2001) fanden signifikante Unterschiede zwischen den Vatterassen und auch bei *GOLZE* und *KRÜGER* (2003) sowie *JAKUBEC* et al. (2003) ergaben sich deutliche Differenzen zwischen den Genotypen. *ROFFEIS* et al. (2001) wiesen besonders auf den großen Einfluss des Geburtsquartals hin. Weidekälber aus Winter- und Frühlingsgeburten zeigten eine deutlich höhere Lebenstagszunahme als Sommer- und Herbstgeburten. Zwischen natürlicher und künstlicher Aufzucht stellten *CERDEÑO* et al. (2006) keine signifikanten Unterschiede fest.

Für Jungrinder (Tab. 5b) gaben nur *KÖGEL* et al. (1997) eine Lebenstagszunahme an. Bei den Ergebnissen von *CHAMBAZ* et al. (2001) und *STEINWIDDER* et al. (2007) handelte es sich um die tägliche Zunahme während der Mastperiode, die im Allgemeinen höher liegt als die Lebenstagszunahme. Die Mittelwerte bewegten sich zwischen 767 und 1383 Gramm. Für die Standardabweichung gaben *SOCHOR* et al. (2005) bei Jungrindern Schätzwerte zwischen 62 und 132 g an. Die erhebliche Variation zwischen den Mittelwerten war in hohem Maße auf die Einflußgröße Kategorie (*ROFFEIS* et al., 2001; *GOLZE* und *KRÜGER*, 2003; *KÖGEL* et al., 1997; *KÖGEL* et al., 1998; *CHAMBAZ* et al., 2001; *STEINWIDDER* et al., 2007) zurückzuführen, wobei der direkte Vergleich zwischen Jungbullen und Färsen einen Unterschied von über 270 g ergab (*STEINWIDDER* et al., 2007). Weitere große Unterschiede zeigten sich in allen Kategorien zwischen den Rassen (*ROFFEIS* et al., 2001; *GOLZE* und

Tabelle 5a: Lebenstagszunahme bei Kälbern

Material				\bar{Y}/LSM^*	s	n	Quelle
Kategorie	Rasse	andere Faktoren	Alter				
- Weidekälber	DE						
	Vaterrasse:						
	- Charolais		221	1061		782	ROFFEIS et al., 2001
	- Deutsches Angus		221	997		493	
	- Fleckvieh		221	1043		563	
	- Limousin		221	1019		988	
	- Salers		221	1028		2383	
	- Winter		214	1068	152	914	
	- Frühling		218	1065	195	3334	
	- Sommer		243	947	168	1898	
	- Herbst		236	984	161	923	
	- Gesamt		221	1048	186	7064	
- Weidekälber	DE						
	- Deutsches Angus (DA)		265	917			GOLZE und KRÜGER, 2003
	- DA x F ₁ (Fleckvieh x Schwarzbunt)		202	1202			
	- Limousin (LI)		242	916			
	- LI x F ₁ (Fleckvieh x Schwarzbunt)		187	1284			
- Weidekälber	CZ						
	- Tschechisches Fleckvieh		210	956	141	201	JAKUBEC et al., 2003
	- Angus		210	1010	138	947	
	- Blonde d'Aquitaine		210	1143	163	313	
	- Hereford		210	817	167	983	
	- Charolais		210	1125	156	1631	
	- Limousin		210	890	138	515	
	- Piemontese		210	806	152	194	
	- Simmental		210	1107	169	135	
- Mastkälber	ES				SE		
	- Braunvieh	- natürliche Aufzucht	270-	1280	164	6	CERDEÑO et al., 2006
		- künstliche Aufzucht	300	1160	174	6	

LSM*: LS-Mittelwert.

Tabelle 5b: Lebenstagszunahme bei Rindern

Material				\bar{Y}/LSM^*	s	n	Quelle
Kategorie	Rasse	andere Faktoren	Alter				
- Jungbullen	DE						
	- Fleckvieh		500	1170		24	KÖGEL et al., 1997
	- Braunvieh		500	1040		20	
	- Murnau-Werdenfelser		500	1101		26	
	- Pinzgauer		500	1180		27	
- Färsen	DE						
	- Fleckvieh (FV)	- Grassilage	553	767		22	KÖGEL et al., 1998
		- Heu	554	767		26	
		- Maissilage	552	768		23	
- Ochsen	CH						
	- Angus	- Anbindestall	368	1279		11	CHAMBAZ et al., 2001
	- Simmental		540	1088		11	
	- Blonde d'Aquitaine		517	1170		11	
	- Charolais		605	951		11	
	- Limousin		696	869		11	
	- Piemontese		705	796		11	
	- Angus	- Liegeboxenlaufstall	393	1306		11	
	- Simmental		477	1252		11	
	- Blonde d'Aquitaine		540	1274		11	
	- Charolais		614	1069		11	
	- Limousin		683	1123		11	
	- Piemontese		660	876		11	
- Jungbullen	CZ						
	- Tschechisches Fleckvieh (CFV)		505	1106	62	12	SOCHOR et al., 2005
	- Charolais x CFV		548	1147	132	21	
	- Simmental x CFV		645	1038	80	11	
	- Blonde d' Aquitaine x CFV		683	1015	116	7	

LSM*: LS-Mittelwert

Tabelle 5b: Lebenstagszunahme bei Rindern (Fortsetzung)

Material				\bar{Y}/LSM^*	s	n	Quelle
Kategorie	Rasse	andere Faktoren	Alter				
- Jungbullen	ES - Braunvieh	- künstliche Aufzucht	360-400	1270	SE 166	6	CERDEÑO et al., 2006
- Jungbullen - Färsen	AU - Fleckvieh x Fleckvieh - Fleckvieh x Limousin - Fleckvieh x Charolais		543	1317		10	STEINWIDDER et al., 2007
			577	1119		10	
			506	1298		10	
			557	1383		10	
			526	1106		10	
			554	1185		10	
		- niedrige Kraftfutterintensität	554	1185		10	
		- hohe Kraftfutterintensität	529	1305		10	

LSM*: LS-Mittelwert.

KRÜGER, 2003; *KÖGEL* et al., 1997, *CHAMBAZ* et al., 2001; *SOCHOR* et al., 2005; *STEINWIDDER* et al., 2007) und zwischen Haltungs- und Fütterungsverfahren (*CHAMBAZ* et al., 2001; *STEINWIDDER* et al., 2007).

Das Merkmal Nettozunahme wird aus dem Schlachtkörpergewicht und dem Schlachtagalter berechnet und ist deshalb nur bei Tieren berechenbar, von welchen die Schlachtdaten erhoben worden sind. Sie spiegelt damit den täglichen Zuwachs eines Tieres an verwertbarer Körpermasse wider. Bei den Weidekälbern lagen die Mittelwerte (Tab. 6) zwischen 627 und 897 g bei einer Standardabweichung von 139 g (*ROFFEIS* et al., 2001). Bei den älteren Rindern bewegten sich die Mittelwerte zwischen 429 und 756 g, wobei die Unterschiede hauptsächlich auf die unterschiedlichen Kategorien und Produktionsverfahren (*KÖGEL* et al., 2001) zurückzuführen waren.

So war z.B. die Nettozunahme bei Fleckviehfärsen in Stallmast fast 100 g höher als bei kombinierter Stall- und Weidemast und bei Kreuzungen von Fleckvieh und Weiß-Blauen Belgiern für Bullen fast 200 g höher als für Färsen (*KÖGEL* et al., 2001). Der kombinierte Effekt von Kategorie und Produktionsverfahren zeigte sich in besonderer Deutlichkeit beim Vergleich von Färsen in kombinierter Stall- und Weidemast gegenüber von Bullen mit hoher Mastintensität für das Fleckvieh und seine Kreuzung mit Piemontese. Die Bullen zeigten eine im Mittel bis zu 305 g höhere Nettozunahme (*KÖGEL* et al., 2001).

In den verschiedenen Untersuchungen wurden sowohl bei Weidekälbern (*ROFFEIS* et al., 2001; *GOLZE* und *KRÜGER*, 2003) als auch bei Jungbullen und Färsen (*KÖGEL* et al., 1997; *FRELICH* et al., 1998; *KÖGEL* et al., 2001; *SOCHOR* et al., 2005) Unterschiede zwischen den Rassen gefunden.

Da jedoch in den Untersuchungen meist verschiedene Rassen betrachtet wurden, ergab sich daraus keine einheitliche Rangierung. Auch bei diesem Merkmal spielten die anderen Einflußgrößen Kategorie, Produktions- und Haltungsverfahren sowie Mastintensität eine große Rolle.

Tabelle 6: Nettozunahme

Material				\bar{Y}/LSM^*	s	n	Quelle
Kategorie	Rasse	andere Faktoren	Alter				
- Weidekälber	DE						
	Vaterrasse: - Charolais		221	708		782	ROFFEIS et al., 2001
	- Deutsches Angus		221	647		493	
	- Fleckvieh		221	686		563	
	- Limousin		221	685		988	
	- Salers		221	695		2383	
	- Gesamt		221	701	139	7064	
- Weidekälber	DE						GOLZE und KRÜGER, 2003
	- Deutsches Angus (DA)		265	627			
	- DA x F ₁ (Fleckvieh x Schwarzbunt)		202	819			
	- Limousin (LI)		242	648			
	- LI x F ₁ (Fleckvieh x Schwarzbunt)		187	897			
- Jungbullen	DE						KÖGEL et al., 1997
	- Fleckvieh		500	706		24	
	- Braunvieh		500	625		20	
	- Murnau-Werdenfelser		500	665		26	
	- Pinzgauer		500	688		27	
- Jungbullen	CZ				SE		FRELICH et al., 1998
	- Piemontese		500	616	23	6	
	- Hereford			602	16	14	
	- Limousin			652	17	39	
	- Angus			652	20	15	
	- Blonde d' Aquitaine			679	17	12	
	- Weiß-Blaue Belgier			688	20	18	
	- Charolais			693	11	29	
	- Tschechisches Fleckvieh			680	13	53	
- Jungfärsen	DE						KÖGEL et al., 1998
	- Fleckvieh (FV)	- Grassilage	553	432		22	
		- Heu	554	429		26	
		- Maissilage	552	436		23	

LSM*: LS-Mittelwert.

Tabelle 6: Nettozunahme (Fortsetzung)

Material				\bar{Y}/LSM^*	s	n	Quelle
Kategorie	Rasse	andere Faktoren	Alter				
- Jungbullen	DE	Stallmast: Mastintensität					KÖGEL et al., 2001
	- Fleckvieh (FV)	- hoch + sehr hoch		714		68	
	- Piemontese x FV			739		85	
	- FV	- mittel + hoch		699		66	
	- Rotes Deutsches Angus x FV			703		56	
	- Schwarzes Deutsches Angus x FV			663		48	
	- Deutsches Angus x FV			683		104	
	- FV	- sehr hoch		739		304	
	- Weiß-Blaue Belgier x FV			756		42	
	- FV	- Stall- und Weidemast		434		44	
- Färsen	- Piemontese x FV			434		57	
	- Rotes Deutsches Angus x FV			461		19	
	- Schwarzes Deutsches Angus x FV			447		38	
	- Deutsches Angus x FV			455		57	
	- FV	- Stallmast		529		51	
	- Weiß-Blaue Belgier x FV			575		39	
- Jungochsen	CZ	- Stallmast, Laufstall	331	610	SE 78	26	CHLADEK und INGR, 2003
	- Holstein						
- Jungbullen	CZ						SOCHOR et al., 2005
	- Tschechisches Fleckvieh (CFV)		505	674	46	12	
	- Charolais x CFV		548	701	74	21	
	- Simmental x CFV		645	608	58	11	
	- Blonde d' Aquitaine x CFV		683	622	-	7	

LSM*: LS-Mittelwert.

3.1.3 Schlachtkörpergewicht

In einer Untersuchung zum Wachstum von männlichen Kälbern fanden SZÜCS et al. (2001a) bei einem Alter von 183 Tagen Schlachtkörpergewichte um 100 Kilogramm. Für Weidekälber ergaben sich bei einem mittleren Alter zwischen 187 und 265 Tagen Schlachtgewichte von 150 bis 168 kg (ROFFEIS et al., 2001; GOLZE und KRÜGER, 2003) und eine Standardabweichung von 13 kg (ROFFEIS et al., 2001). Für spanische Mastkälber fanden REVILLA und VIVAR-QUINTANA (2006) bei einem ähnlichen Alter von 196 bis 251 Tagen erwartungsgemäß höhere mittlere Schlachtgewichte zwischen 171 und 214 kg bei Standardabweichungen zwischen 15 und 25 kg, während CERDEÑO et al. (2006) für etwas ältere Tiere zwischen 270 und 300 Tagen auch über entsprechend höhere Schlachtkörpergewichte um 220 bis 230 kg berichteten.

Bei Jungochsen und Jungfärsen, die vorwiegend in überseeischen Mutterkuhhaltungen (Australien, Nord- und Südamerika) erzeugt wurden, lagen die Mittelwerte des Schlachtkörpergewichtes zwischen 226 und 372 kg (PURCHAS und LLOYD-DAVIS, 1974; SHACKELFORD et al., 1991; WULF et al., 1996; PAGE et al., 2001; REVERTER et al., 2003b; REALINI et al., 2004) bei Standardabweichungen zwischen 29 und 54,8 kg (PURCHAS und LLOYD-DAVIS, 1974; REVERTER et al., 2003b). Für die vor allem in Mitteleuropa gebräuchliche Kategorie der Jungbullen wurden Mittelwerte von 222 bis 503 kg bei einem Alter zwischen 307 und 732 Tagen festgestellt (AUGUSTINI et al., 1992; FRICKH und SÖLKNER, 1997; KÖGEL et al., 1997; REICHARDT et al., 1997; WARZECHA und REICHARDT, 1997; FRELICH et al., 1998; HOVING-BOLINK et al., 1999b; AUGUSTINI und TROEGER, 2001; KÖGEL et al., 2001; SZÜCS et al., 2001a; HOLLÓ et al., 2004; MAHER et al., 2004c; MOLONEY et al., 2004; SAMI et al., 2004; SOCHOR et al., 2005; CERDEÑO et al., 2006; DANNENBERGER et al., 2006; BLANCO et al., 2008 a und b). Für die Standardabweichungen wurden Werte zwischen 9 und 59 kg geschätzt (AUGUSTINI und TROEGER, 2001; HOLLÓ et al., 2004; MAHER et al., 2004c; SOCHOR et al., 2005). Bemerkenswert waren die Unterschiede der Schätzwerte bei

Tabelle 7: Schlachtkörpergewicht

Kategorie	Material			\bar{Y}/LSM^*	s	n	Quelle
	Rasse	andere Faktoren	Alter				
- Kälber, männlich	DE - Deutsches Fleckvieh - Deutsches Holstein		183 183	106 99	SE 7 8	10 9	SZÜCS et al., 2001a
- Weidekälber	DE		221	150	13	706 4	ROFFEIS et al., 2001
- Weidekälber	DE - Deutsches Angus (DA) - DA x F ₁ (Fleckvieh x Schwarzbunt) - Limousin (LI) - LI x F ₁ (Fleckvieh x Schwarzbunt)		265 202 242 187	158 163 151 168			GOLZE und KRÜGER, 2003
- Mastkälber, männlich	ES - Braunvieh	- natürliche Aufzucht - künstliche Aufzucht	270-300 270-300	230 220	SE 7 10	6 6	CERDEÑO et al., 2006
Mastkälber - männlich - weiblich - männlich - weiblich	ES - Charolais x (Alistano Sanabresa x Schweizer Braunvieh) - Limousin x (Alistano Sanabresa x Schweizer Braunvieh)	- Stall - Stall	251 239 251 196	214 180 207 171	21 21 25 15	8 8 8 8	REVILLA und VIVAR- QUINTANA, 2006
- Jungochsen	AU - Holstein Friesian			241	29	36	PURCHAS und LLOYD DAVIES, 1974
- Jungfärsen	DE - Blond d' Aquitaine x Braunvieh- Kreuzung	- Stallmast - Weidemast	434 700	247 298		10 11	KÖGEL et al., 1989
- Jungfärsen	US - Angus x Hereford - 5/8 Brahman		456- 517	293 291		8 8	SHACKELFORD et al., 1991

LSM*: LS-Mittelwert.

Tabelle 7: Schlachtkörpergewicht (Fortsetzung)

Material				\bar{Y}/LSM^*	s	n	Quelle
Kategorie	Rasse	andere Faktoren	Alter				
- Jungbullen	DE						
	- Braunvieh (BV)		456-702	338		34	<i>AUGUSTINI et al., 1992</i>
	- Fleckvieh x BV		443-664	362		36	
	- Blonde d'Aquitaine x BV		429-691	369		36	
	- Limousin x BV		468-715	338		42	
	- Piemontese x BV		476-688	352		39	
- Jungfärsen	- Braunvieh (BV)	- Stallmast	456	231		11	
	- Fleckvieh x BV		443	235		11	
	- Blonde d'Aquitaine x BV		429	246		11	
	- Limousin x BV		468	244		12	
	- Piemontese x BV		476	248		10	
	- Braunvieh (BV)	- Weidemast	702	276		9	
	- Fleckvieh x BV		664	273		9	
	- Blonde d'Aquitaine x BV		691	296		10	
	- Limousin x BV		715	291		12	
	- Piemontese x BV		688	291		10	
- Jungochsen, Jungfärsen	US						<i>WULF et al., 1996</i>
	- Charolais - Limousin			372 366		10 8	
- Färsen	US						<i>FIELD et al., 1997</i>
	- Angus x Gelbvieh	- Maturitätsklasse A - Maturitätsklasse C	984 1016	415 430		31 16	
- Jungbullen	AT						<i>FRICKH und SÖLKNER, 1997</i>
	- Fleckvieh		425	273		60	
	- Schwarzbunt			253		57	
	- Fleckvieh x Limousin			281		22	

LSM*: LS-Mittelwert.

Tabelle 7: Schlachtkörpergewicht (Fortsetzung)

Material				\bar{Y}/LSM^*	s	n	Quelle
Kategorie	Rasse	andere Faktoren	Alter				
- Jungbullen	DE						
	- Fleckvieh		500	354		24	KÖGEL et al., 1997
	- Braunvieh		500	313		20	
	- Murnau-Werdenfelser		500	333		26	
	- Pinzgauer		500	345		27	
- Jungbullen	DE						
	- Fleckvieh			340		8	REICHARDT et al., 1997
	- Pinzgauer			377		15	
	- Salers			357		8	
	- Charolais x Salers			420		10	
	- Salers x Schwarzbunt			343		9	
	- Fleckvieh x Schwarzbunt			327		10	
	- Deutsches Angus x Schwarzbunt			326		10	
- Jungbullen	DE						
	- Fleckvieh Fleisch			340		8	WARZECHA und REICHARDT, 1997
	- Salers			357		8	
	- Fleckvieh Fleisch x Schwarzbunt			336		18	
	- Salers x Schwarzbunt			343		9	
	- Deutsches Angus x Schwarzbunt			325		10	
	- Fleckvieh			396		19	
	- Montbeliarde			387		24	
	- Pinzgauer			377		15	
- Jungbullen	CZ				SE		
	- Piemontese		500	311	12	6	FRELICH et al., 1998
	- Hereford			302	8	14	
	- Limousin			329	9	39	
	- Angus			325	10	15	
	- Blonde d' Aquitaine			344	9	12	
	- Weiß-Blaue Belgier			345	10	18	
	- Charolais			346	6	29	
	- Tschechisches Fleckvieh			341	7	53	

Tabelle 7: Schlachtkörpergewicht (Fortsetzung)

Material				\bar{Y}/LSM^*	s	n	Quelle
Kategorie	Rasse	andere Faktoren	Alter				
- Jungfärsen	DE - Fleckvieh (FV)	- Grassilage - Heu - Maissilage	553 554 552	239 238 241		22 26 23	KÖGEL et al., 1998
- Jungfärsen	DE - Fleckvieh (FV), Deutsches Angus x FV	- Stallmast - Weidemast - Weide- u. Stallmast	ca. 478 ca. 630 ca. 644	296 286 289	7 11 13	72 72 72	SCHWARZ et al., 1998
- Färsen	NL - Piemontese (PI) x Holstein (HF)	- Maissilage - Mischfutter - Anwelk-Grassilage	822 855 838	298 287 283	SE 3 3 3	68 74 74	HOVING- BOLINK et al., 1999a
- Jungbullen	NL - Piemontese x (PI x HF) - Limousin x (PI x HF)		561 563	386 394	SE 7 8	37 31	HOVING- BOLINK
- Färsen	- Piemontese x (PI x HF) - Limousin x (PI x HF)		851 840	327 329	9 8	20 23	et al., 1999b
- Ochsen	JP - Wagyu: Linien A B C D Gesamt		961 754 772 793 820	383 409 411 380 396	SE 8 6 9 9 4	11 16 8 9 44	OZAWA et al., 2000
- Jungbullen	DE - Aubrac - Shorthorn		679 679	410 361	59 34	15 11	AUGUSTINI und TROEGER,
- Bullen	- Galloway - Highland		849 959	299 285	25 25	7 4	2001
- Färsen	- Aubrac		745	287	36	6	

LSM*: LS-Mittelwert.

Tabelle 7: Schlachtkörpergewicht (Fortsetzung)

Material				\bar{Y}/LSM^*	s	n	Quelle	
Kategorie	Rasse	andere Faktoren	Alter					
- Jungbullen	DE	Stallmast: Mastintensität - hoch + sehr hoch					KÖGEL et al., 2001	
	- Fleckvieh (FV)			331	68			
	- Piemontese x FV	372		85				
	- Fleckvieh (FV)	359		66				
	- Rotes Deutsches Angus x FV	341		56				
	- Schwarzes Deutsches Angus x FV	311		48				
	- Deutsches Angus x FV	326		104				
	- Fleckvieh (FV)	340		304				
- Weiß-Blaue Belgier x FV	371	42						
- Jungfärsen	DE	- Stall- und Weidemast					KÖGEL et al., 2001	
	- Fleckvieh (FV)			242	44			
	- Piemontese x FV			261	57			
	- Rotes Deutsches Angus x FV			244	19			
	- Schwarzes Deutsches Angus x FV			230	38			
	- Deutsches Angus x FV	237		57				
	- Fleckvieh (FV)	253		51				
	- Weiß-Blaue Belgier x FV	293		39				
- Jungochsen - Jungfärsen - Ochsen	US						PAGE et al., 2001	
	- Einheimische Rassen, Brahman, Dairy			350		680		
				319		315		
- Jungbullen	DE				SE		SZÜCS et al., 2001a	
						359		5
	- Deutsches Fleckvieh			365	255	7		12
				540	400	6		14
				730	503	6		15
				- Deutsches Holstein	365	222		7
540	318	6	15					
730	407	6	15					

LSM*: LS-Mittelwert.

Tabelle 7: Schlachtkörpergewicht (Fortsetzung)

Material				\bar{Y}/LSM^*	s	n	Quelle
Kategorie	Rasse	andere Faktoren	Alter				
- Jungochsen	CH						
	- Angus		381	275		16	CHAMBAZ et al., 2003
	- Simmental		499	339		16	
	- Charolais		513	395		16	
	- Limousin		594	405		16	
- Jungochsen, Jungfärsen	AU						
	- nicht-tropische Rassen		630	269	55	3852	REVERTER et al., 2003a
	- tropische Rassen		766	261	51	4002	
- Jungochsen	CZ				SE		
	- Holstein	- Stallmast, Laufstall	331	192	21	26	CHLADEK und INGR, 2003
- Jungbullen	HU						
	- Holstein Friesian	- Intensiv	474	299	9	20	HOLLÓ et al., 2004
	- Ungarisches Grauvieh		552	285	35	20	
	- Holstein Friesian	- Extensiv	495	234	12	20	
	- Ungarisches Grauvieh		607	226	31	20	
- Jungbullen	IE						
	- Charolais x (Limousin x Holstein), Charolais x (Fleckvieh x (Limousin x Holstein))	- Vater durchschnittlich bemuskelt - Vater gut bemuskelt	450	378 375	36 23	14 16	MAHER et al., 2004c
- Jungbullen	IE						
	- Holstein	- Stall - Weide	348 348	235 246		12 12	MOLONEY et al., 2004
- Jungochsen	UY				SE		
	- Hereford	- Weide - Kraftfutter		226 240	4 3	10 20	REALINI et al., 2004

LSM*: LS-Mittelwert.

Tabelle 7: Schlachtkörpergewicht (Fortsetzung)

Kategorie	Material			\bar{Y}/LSM^*	s	n	Quelle
	Rasse	andere Faktoren	Alter				
- Jungbullen	DE - Fleckvieh	- Fütterung 100 Tage extensiv intensiv - Fütterung 138 Tage extensiv intensiv	545	324		18	SAMI et al., 2004
			545	358		18	
			575	351		17	
			575	385		18	
- Jungbullen	CZ - Tschechisches Fleckvieh (CFV) - Charolais x CFV - Simmental x CFV - Blonde d' Aquitaine x CFV		505	340	SE 33	12	SOCHOR et al., 2005
			548	379	43	21	
			645	389	59	11	
			683	425	34	7	
- Jungbullen	ES - Braunvieh	- Künstliche Aufzucht	360-400	277	SE 17	6	CERDEÑO et al., 2006
- Jungbullen	DE - Deutsches Holstein - Deutsches Fleckvieh	- Stall - Weide	594	345	SE 3	17	DANNENBERGER et al., 2006
			732	348	3	16	
		- Stall - Weide	496	361	3	16	
			680	352	3	15	
- Jungbullen	ES - Parda de Montaña (Braunvieh)	- früh abgesetzt - traditionell abgesetzt	362	290	SE 10	7	BLANCO et al., 2008a
			362	270		8	
- Jungbullen	ES - Parda de Montaña (Braunvieh) - Pirenaica		309	252	SE	14	BLANCO et al., 2008b
			322	262	10	14	
			307	258		14	
			324	255		14	

LSM*: LS-Mittelwert.

HOLLÓ et al. (2004) zwischen Holstein-Friesian-Bullen mit 9,2 bzw. 12,0 kg und Ungarischem Grauvieh mit 34,5 bzw. 30,8 kg bei intensiver bzw. extensiver Fütterung, die leider nicht erklärt sind. Für Jungochsen in Mitteleuropa ergaben sich bei einem Alter zwischen 331 und 594 Tagen etwas geringere Schlachtgewichte von 192 bis 405 kg (*CHAMBAZ* et al., 2003; *CHLADEK* und *INGR*, 2003) als bei den Jungbullen, und für Jungfärsen noch geringere Schlachtkörpergewichte von 230 bis 298 kg bei einem Alter zwischen 434 und 700 Tagen (*KÖGEL* et al., 1989; *KÖGEL* et al., 1998; *SCHWARZ* et al., 1998; *KÖGEL* et al., 2001). Bei den älteren Tieren zeigten die Bullen im Alter zwischen 849 und 959 Tagen Schlachtkörpergewichte von 285 bis 299 kg (*AUGUSTINI* und *TROEGER*, 2001), während die Färsen im Alter zwischen 745 und 1016 Tagen sogar Gewichte von 283 bis 430 kg aufwiesen (*FIELD* et al., 1997; *HOVING-BOLINK* et al., 1999a; *HOVING-BOLINK* et al., 1999b; *AUGUSTINI* und *TROEGER* 2001). Für japanische Wagyu-Ochsen wurden bei verschiedenen Zuchtlinien im Alter zwischen 754 und 961 Tagen Schlachtkörpergewichte von 380 bis 411 kg gewogen (*OZAWA* et al., 2000).

Insgesamt hat sich in diesen Arbeiten der bekannte Unterschied zwischen den Kategorien, insbesondere zwischen männlichen und weiblichen Tieren, bestätigt. In einem direkten Vergleich zwischen Jungbullen und Färsen (*HOVING-BOLINK* et al., 1999b) ergab sich ein signifikanter Unterschied im Schlachtkörpergewicht von ca. 60 kg zugunsten der Jungbullen. Allerdings war dieser Unterschied nicht allein auf die unterschiedliche Kategorie zurückzuführen, da die Kategorie-Effekte mit unterschiedlichen Altersstufen (ca. 560 vs. ca. 845 Tage) und unterschiedlichen Haltungs- und Produktionsverfahren (intensive Stallmast vs. extensive Weide- und Stallmast) vermengt waren. Auch *KÖGEL* et al. (2001) fanden einen erheblichen Unterschied zwischen Jungbullen und Jungfärsen von im Mittel über 90 kg, allerdings in getrennten Auswertungen für die beiden Kategorien, die ebenfalls aus unterschiedlichen Haltungs- und Produktionsverfahren stammten. Damit zeigen diese Arbeiten beispielhaft das Problem, dass die Einzelfaktoren wie Kategorie (Geschlecht), Rasse, Alter, Haltungs- und Produktionsverfahren wegen ihre Interaktionen kaum

unabhängig voneinander geprüft werden können, wenn aus Gründen der Effizienz und Ökonomie für männliche und weibliche Tiere gleichermaßen ein ausgereifter Schlachtkörper erzeugt werden soll.

In den angeführten Arbeiten wurde eine große Zahl verschiedener Rassen und Kreuzungen untersucht. Eine allgemeine Rangierung der Genotypen steht jedoch unter dem Vorbehalt der Interaktionen mit den anderen Einflussfaktoren. Weidekälber der Rasse Deutsches Angus hatten ein etwas höheres Schlachtkörpergewicht (Alter 265 Tage) als Limousin-Kälber (Alter 242 Tage), während Kreuzungen dieser beiden Rassen mit Fleckvieh x Schwarzbunt-Müttern bei geringerem Alter (202 bzw. 187 Tage) deutlich höhere Gewichte erreichten (GOLZE und KRÜGER, 2003). Bei Mastkälbern wiesen Charolais-Kreuzungen bei beiden Geschlechtern höhere Schlachtkörpergewichte auf als Limousin-Kreuzungen, jedoch war der Geschlechtsunterschied deutlich höher als der Rasseneffekt (REVILLA und VIVAR-QUINTANA, 2006). Bei den älteren Tieren hatten die Robustrassen (Galloway, Highland, Ungarisches Grauvieh) geringere Gewichte als milchbetonte Zweinutzungsrasen (Holstein Friesian, Schwarzbunt, Braunvieh) und Mastrassen (Angus, Deutsches Angus, Hereford). Höhere Schlachtkörpergewichte erreichten jedoch die mittelrahmigen (Shorthorn, Aubrac) und Zweinutzungs-Rassen (Fleckvieh), während die mittel- und großrahmigen Fleischrassen (Piemontese, Limousin, Charolais, Blonde d' Aquitaine, Blau-Weiße Belgier) und ihre Kreuzungen die höchsten Schlachtkörpergewichte aufwiesen. Bei AUGUSTINI et al. (1992), HOLLÓ et al. (2004) sowie DANNENBERGER et al. (2006) ergaben sich keine oder nur geringe Interaktionen zwischen Rasse und Mastverfahren. Auch bei REVILLA und VIVAR-QUINTANA (2006) war die Interaktion zwischen Rasse und Geschlecht nur gering.

3.1.4 Fleischigkeitsklasse

Die Mittelwerte für die Fleischigkeit lagen bei Weide- und Mastkälbern zwischen 2,6 und 4 Punkten, bei den erwachsenen Tieren zwischen 1,7 und 5 Punkten (Tabelle 8).

Bei Weidekälbern (*ROFFEIS* et al., 2001) ergab sich bei einem Mittelwert von 2,7 und einer Standardabweichung von 0,6 Punkten kein Unterschied zwischen Geburtsquartalen. Es zeigten sich jedoch zwischen den Vatterassen geringe, teilweise signifikante Unterschiede mit zunehmend höherer Fleischigkeitsklasse für Deutsches Angus, Salers, Fleckvieh, Charolais und Limousin. Für Mastkälber fanden *REVILLA* und *VIVAR-QUINTANA* (2006) nur geringe Unterschiede zwischen Charolais- und Limousinkreuzungen, allerdings war bei der Limousinkreuzung ein deutlicher Geschlechtsunterschied in der Fleischigkeit zu Gunsten der männlichen Tiere vorhanden, während bei den Charolaiskreuzungen kein Geschlechtsunterschied erkennbar war. Im Mittel hatten die Mastkälber erwartungsgemäß eine etwas höhere Punktzahl für die Fleischigkeit als die Weidekälber.

Für erwachsene Tiere ergaben sich bei Piemontese- und Limousinkreuzungen (*HOVING-BOLINK* et al., 1999b) zwischen Jungbullen und Färsen keine Unterschiede in der Fleischigkeit, während bei Fleckvieh und Kreuzungen von Weiß-Blauen Belgiern mit Fleckvieh (*KÖGEL* et al., 2001) Unterschiede zwischen beiden Kategorien zu verzeichnen waren (Tabelle 8). Bei Stallmast und sehr hoher Fütterungsintensität waren Jungbullen von Fleckvieh und Weiß-Blaue Belgier x Fleckvieh-Kreuzungen den Jungfärsen in der Fleischigkeit deutlich überlegen. Auch bei den anderen untersuchten Fleckviehkreuzungen ergab sich für die Jungbullen in der Regel eine höhere Punktzahl für die Fleischigkeit als für die Jungfärsen, wobei hier wegen der vorhandenen Unterschiede in der Haltungsform (Stallmast bei Jungbullen, Stall- und Weidemast bei Jungfärsen) nur ein grober Vergleich möglich war.

Jungochsen der Fleischrassen Angus, Fleckvieh, Charolais und Limousin (*CHAMBAZ* et al., 2003) erreichten mit 3,5 bis 5,0 Punkten hohe bis

Tabelle 8: Fleischigkeitsklasse, EUROP ¹⁾

Kategorie	Material			\bar{Y}/LSM^*	s	n	Quelle
	Rasse	andere Faktoren	Alter				
Weidekälber	DE						
	Vaterrasse: - Charolais		221	2,8		782	ROFFEIS et al., 2001
	- Deutsches Angus		221	2,6		493	
	- Fleckvieh		221	2,7		563	
	- Limousin		221	2,9		988	
	- Salers		221	2,7		2383	
	- Winter		214	2,8	0,6	914	
	- Frühling		218	2,7	0,5	3334	
	- Sommer		243	2,7	0,6	1898	
	- Herbst		236	2,7	0,5	923	
	- Gesamt		221	2,7	0,6	7064	
- Mastkälber	ES						
	- Charolais x (Alistano Sanabresa x Schweizer Braunvieh)	- Männlich	251	R + (3+)		8	REVILLA und VIVAR-QUINTANA, 2006
		- Weiblich	239	R + (3+)		8	
	- Limousin x (Alistano Sanabresa x Schweizer Braunvieh)	- Männlich	251	U (4)		8	
		- Weiblich	196	R (3)		8	
- Jungbullen	AT						
	- Fleckvieh		425	3,1		60	FRICKH und SÖLKNER, 1997
	- Schwarzbunt			1,7		57	
	- Fleckvieh x Limousin			3,4		22	
- Jungbullen	DE						
	- Fleckvieh		500	3,5		24	KÖGEL et al., 1997
	- Braunvieh		500	3,4		20	
	- Murnau-Werdenfelser		500	3,6		26	
	- Pinzgauer		500	3,0		27	
- Jungfärsen	DE						
	- Limousin x Fleckvieh (Milch)		620	2,1		6	WARZECHA und REICHARDT, 1997
	- Fleckvieh (Milch)		506	3,0		9	
	- Fleckvieh (Fleisch) x Kreuzungen		569	4,2		20	
- Jungfärsen	DE						
	- Fleckvieh	- Grassilage	ca.553	2,8		22	KÖGEL et al., 1998
		- Heu		2,8		26	
		- Maissilage		2,7		23	

LSM*: LS-Mittelwert. ¹⁾ Fleischigkeit: E (5)= vorzüglich bis P (1)= gering

Tabelle 8: Fleischigkeitsklasse, EUROP ¹⁾ (Fortsetzung)

Material				\bar{Y}/LSM^*	s	n	Quelle
Kategorie	Rasse	andere Faktoren	Alter				
- Jungfärsen	DE - Fleckvieh - Deutsches Angus x Fleckvieh	- Stallmast - Weidemast - Weide – u. Stallmast	ca.478 ca.630 ca.644	3,5 3,0 3,2	0,4 0,2 0,3	72 72 72	SCHWARZ et al., 1998
- Färsen	NL - Piemontese (PI) x Holstein (HF)	- Maissilage - Mischfutter - Anwelk-Grassilage	822 855 838	<R- (<3-) >O+(>2+) >O+(>2+)		68 74 74	
- Jungbullen - Färsen	NL - Piemontese x (PI x HF) - Limousin x (PI x HF) - Piemontese x (PI x HF) - Limousin x (PI x HF)		561 563 851 840	U- (4-) U- (4-) U/U- (4/4-) U/U- (4/4-)		37 31 20 23	
- Jungbullen - Jungbullen - Ochsen	DE - Hereford	Mastintensität: - intensiv - semi-intensiv - extensiv	515 545 760	3,4 2,9 2,6			ROFFEIS, 1999
- Jungbullen	DE - Fleckvieh (FV) - Piemontese x FV - FV - Rotes Deutsches Angus x FV - Schwarzes Deutsches Angus x FV - Deutsches Angus x FV - FV - Weiß-Blaue Belgier x FV	Stallmast: Mastintensität - hoch + sehr hoch - mittel + hoch - sehr hoch		3,4 3,9 3,5 3,4 3,4 3,4 3,3 4,4		68 85 66 56 48 104 304 42	KÖGEL et al., 2001
- Jungfärsen	- FV - Piemontese x FV - Rotes Deutsches Angus x FV - Schwarzes Deutsches Angus x FV - Deutsches Angus x FV - FV - Weiß-Blaue Belgier x FV	- Stall- und Weidemast		2,9 3,2 3,2 3,1 3,2 3,0 4,2		44 57 19 38 57 51 39	

LSM*: LS-Mittelwert. ¹⁾ Fleischigkeit: E (5)= vorzüglich bis P (1)= gering

Tabelle 8: Fleischigkeitsklasse, EUROP ¹⁾ (Fortsetzung)

Material				\bar{Y}/LSM^*	s	n	Quelle
Kategorie	Rasse	andere Faktoren	Alter				
-Jungochsen	CH						
	- Angus		381	3,5		16	CHAMBAZ et al., 2003
	- Simmental		499	3,7		16	
	- Charolais		513	4,7		16	
	- Limousin		594	5,0		16	
- Jungbullen	HU						
	- Holstein-Friesian	- Intensiv	474	P (1)		6	HOLLÓ et al., 2004
				O (2)		4	
	- Ungarisches Grauvieh		551	P (1)		7	
				O (2)		3	
	- Holstein-Friesian	- Extensiv	495	O (2)		7	
				R (3)		3	
	- Ungarisches Grauvieh		607	P (1)		1	
				O (2)		5	
				R (3)		4	
- Jungbullen	IE						
	- Charolais x (Limousin x Holstein)	- Vater durchschnittlich bemuskelt	450	3,5		14	MAHER et al., 2004c
	- Charolais x (Fleckvieh x (Limousin x Holstein))	- Vater gut bemuskelt		3,4		16	
- Jungbullen	IE						
	- Holstein	- Stall - Weide	348	1,8 1,8		12 12	MOLONEY et al., 2004
-Jungochsen	UY						
	- Hereford	- Weide - Kraftfutter		3,0 2,7	0,1 0,1	10 20	REALINI et al., 2004
- Jungbullen	DE						
	- Fleckvieh	- Fütterung 100 Tage extensiv	545	3,1		18	SAMI et al., 2004
		intensiv	545	3,4		18	
		- Fütterung 138 Tage extensiv	575	3,4		17	
		intensiv	575	4,0		18	

LSM*: LS-Mittelwert. ¹⁾ Fleischigkeit: E (5)= vorzüglich bis P (1)= gering

höchste Einstufungen in der Fleischigkeitsbewertung. Dagegen wurden für Jungochsen (*REALINI* et al., 2004) und für Ochsen (*ROFFEIS*, 1999) der Rasse Hereford sowohl bei Weide als auch mit Kraftfutter bzw. in extensiver Haltung mit 3,0 und 2,7 bzw. 2,6 Punkten nur mittlere Einstufungen in der Fleischigkeitsklasse realisiert.

Ein grober Vergleich der Rassen zeigt, dass Jungbullen der Rassen Schwarzbunte und Holstein mit 1,7 bzw. 1,8 Punkten die geringste Fleischigkeit aufwiesen (*FRICK* und *SÖLKNER*, 1997; *MOLONEY* et al., 2004). Ähnliche Werte fanden *HOLLÓ* et al. (2004) für Holstein-Friesian und Ungarisches Grauvieh bei intensiver Fütterung, während bei extensiver Fütterung beide Rassen in höhere Fleischigkeitsklassen eingestuft wurden. Fleckvieh und Fleckviehkreuzungen erhielten in der Regel Einstufungen zwischen 3,0 und 4,2 Punkten (*FRICK* und *SÖLKNER*, 1997; *KÖGEL* et al., 1997; *WARZECHA* und *REICHARDT*, 1997; *SCHWARZ* et al., 1998; *KÖGEL* et al., 2001; *CHAMBAZ* et al., 2003; *SAMI* et al., 2004). Lediglich *KÖGEL* et al. (1998) berichteten bei Jungfärsen von Bewertungen unter 3 Punkten. Jungbullen der Zweinutzungsrasen Braunvieh, Pinzgauer und Murnau-Werdenfelser erhielten mit 3,4, 3,0 und 3,6 Punkten ähnliche Einstufungen wie das Fleckvieh (*KÖGEL* et al., 1997). In der gleichen Größenordnung bewegten sich auch die Einstufungen der Mastrassen Hereford und Angus und ihrer Kreuzungen (*SCHWARZ* et al., 1998; *KÖGEL* et al., 2001). Höhere Punktzahlen in der Fleischigkeit (bis 4,4 Punkte) erreichten in der Regel die Fleischrinder und ihre Kreuzungen mit Fleckvieh und anderen Rassen (*HOVING-BOLINK* et al., 1999 a und b; *KÖGEL* et al., 2001; *MAHER* et al., 2004c). Während *KÖGEL* et al. (1998) bei Fleckvieh-Jungfärsen kaum Unterschiede zwischen der Fütterung mit Grassilage, Heu und Maissilage fanden, zeigten sich bei *SCHWARZ* et al. (1998), *HOVING-BOLINK* et al. (1999b), *ROFFEIS* (1999), *KÖGEL* et al. (2001) und *SAMI* et al. (2004) deutliche höhere Fleischigkeitsbewertungen bei intensiverer Haltung und Fütterung. *HOLLÓ* et al. (2004) und *REALINI* et al. (2004) berichteten allerdings von geringeren Fleischigkeitsbewertungen bei intensiver gegenüber extensiver Mast bzw. bei Weide gegenüber Kraftfutturmast.

3.1.5 Fettgewebeklasse

Bei Weide- und Mastkälbern ergaben sich für die Fettabdeckung Mittelwerte zwischen 1,3 und 3+ Punkten und mittlere Standardabweichungen von ca. 0,6 Punkten (Tabelle 9). Erwartungsgemäß lagen die Werte für die Weidekälber (*ROFFEIS* et al., 2001) mit 2,1 Punkten deutlich unter den Werten für die intensiver gefütterten Mastkälber mit ca. 3 Punkten (*REVILLA* und *VIVAR-QUINTANA*, 2006). *ROFFEIS* et al. (2001) berichteten bei Weidekälbern über signifikante Unterschiede zwischen Vatterassen, wobei Deutsch-Angus-Nachkommen die höchste Fettgewebeklasse vor Charolais- und Limousin- bzw. Fleckvieh- und Salers-Nachkommen aufwiesen. Bei den Mastkälbern (*REVILLA* und *VIVAR-QUINTANA*, 2006) ergaben sich ebenfalls signifikante Unterschiede zwischen Vatterassen, wobei Limousin-Nachkommen eine leicht höhere Einstufung nach der Fettgewebeklasse zeigten als Charolais-Nachkommen. Außerdem wurden Mastkälber bei natürlicher Aufzucht in der Fettbeurteilung mit 2,2 als deutlich höher eingestuft als bei künstlicher Aufzucht mit einem Mittelwert von 1,3 (*CERDEÑO* et al., 2006). Bei den Weidekälbern waren zudem deutliche Unterschiede zwischen den Geburtsquartalen zu verzeichnen (*ROFFEIS* et al., 2001).

Bei den erwachsenen Rindern variierten die Mittelwerte zwischen 1,3 und 4,6 Punkten bei Standardabweichungen von ca. 0,5 Punkten. Während bei *HOVING-BOLINK* et al. (1999b) kaum Unterschiede in der Fettklasseneinstufung zwischen Jungbullen und Färsen von Kreuzungen der Rassen Piemontese und Limousin erkennbar waren, zeigten sich bei Fleckvieh und bei Kreuzungen von Weiß-Blauen Belgiern mit Fleckvieh (*KÖGEL* et al., 2001) deutliche Unterschiede zwischen Jungbullen und Jungfärsen. Trotz sehr hoher Mastintensität bei den Jungbullen dieser Rassen wiesen sie eine deutliche geringere Fettabdeckung auf als die gleichaltrigen Jungfärsen. Bei den übrigen von diesen Autoren geprüften Rassen und Kreuzungen wurden zum Teil andere Ergebnisse festgestellt, wegen unterschiedlicher Mastbedingungen war ein direkter Vergleich jedoch nicht möglich. Bei Betrachtung aller Quellen ergab sich für die Färsen im Mittel

Tabelle 9: Fettgewebeklasse ¹⁾

Material				\bar{Y}/LSM^*	s	n	Quelle
Kategorie	Rasse	andere Faktoren	Alter				
Weidekälber	DE						
	Vaterrasse:						
	- Charolais		221	2,1		782	ROFFEIS et al., 2001
	- Deutsches Angus		221	2,3		493	
	- Fleckvieh		221	2,0		563	
	- Limousin		221	2,1		988	
	- Salers		221	2,0		2383	
	- Winter		214	2,1	0,6	914	
	- Frühling		218	2,3	0,6	3334	
	- Sommer		243	2,0	0,6	1898	
	- Herbst		236	2,0	0,6	923	
	- Gesamt		221	2,1	0,6	7064	
- Mastkälber	ES				SE		
	- Braunvieh	- natürliche Aufzucht	270-	2,2	0,8	6	CERDEÑO et al., 2006
		- künstliche Aufzucht	300	1,3	0,5	6	
- Mastkälber	ES						
	- Charolais x (Alistano Sanabresa x Schweizer Braunvieh)	- männlich	251	(3 -)		8	REVILLA und VIVAR-QUINTANA, 2006
		- weiblich	239	(3 -)		8	
	- Limousin x (Alistano Sanabresa x Schweizer Braunvieh)	- männlich	251	(3 -)		8	
		- weiblich	196	(3+)		8	
- Jungbullen	AT						
	- Fleckvieh		425	1,3		60	FRICKH und SÖLKNER, 1997
	- Schwarzbunt		425	1,7		57	
	- Fleckvieh x Limousin		425	1,3		22	
- Jungbullen	DE						
	- Fleckvieh		500	2,9		24	KÖGEL et al., 1997
	- Braunvieh		500	2,6		20	
	- Murnau-Werdenfelser		500	2,8		26	
	- Pinzgauer		500	3,0		27	

LSM*: LS-Mittelwert. ¹⁾ Fettabdeckung: 1= sehr gering bis 5= sehr stark

Tabelle 9: Fettgewebeklasse ¹⁾ (Fortsetzung)

Material				\bar{Y}/LSM^*	s	n	Quelle
Kategorie	Rasse	andere Faktoren	Alter				
- Jungfärsen	DE - Limousin x Fleckvieh (Milch) - Fleckvieh (Milch) - Fleckvieh (Fleisch) x Kreuzungen		620 506 569	2,5 3,2 2,9		6 9 20	WARZECHA und REICHARDT, 1997
- Jungfärsen	DE - Fleckvieh	- Grassilage - Heu - Maissilage	ca.553	2,7 2,7 2,7		22 26 23	KÖGEL et al., 1998
- Jungfärsen	DE - Fleckvieh - Deutsches Angus x Fleckvieh	- Stallmast - Weidemast - Weide- u. Stallmast	ca.478 ca.630 ca.644	3,7 2,8 3,3	0,4 0,5 0,6	72 72 72	SCHWARZ et al., 1998
- Färsen	NL - Piemontese (PI) x Holstein (HF)	- Maissilage - Mischfutter - Anwelk-Grassilage	822 855 838	(>3+) (>3+) (<3+)		68 74 74	HOVING-BOLINK et al., 1999a
- Jungbullen - Färsen	NL - Piemontese x (PI x HF) - Limousin x (PI x HF) - Piemontese x (PI x HF) - Limousin x (PI x HF)		561 563 851 840	(2+) (3-) (2+) (3)		37 31 20 23	HOVING-BOLINK et al., 1999b
- Jungbullen - Jungbullen - Ochsen	DE - Hereford	Mastintensität: - intensiv - semi-intensiv - extensiv	515 545 760	3,0 2,8 2,2			ROFFEIS, 1999

LSM*: LS-Mittelwert. ¹⁾ Fettabdeckung: 1= sehr gering bis 5= sehr stark

Tabelle 9: Fettgewebeklasse ¹⁾ (Fortsetzung)

Material				\bar{Y}/LSM^*	s	n	Quelle
Kategorie	Rasse	andere Faktoren	Alter				
- Jungbullen	DE	Stallmast:					
	- Fleckvieh (FV)	Mastintensität				68	KÖGEL et al., 2001
	- Piemontese x FV	- hoch + sehr hoch		2,9		85	
				2,3			
	- FV	- mittel + hoch		2,9		66	
	- Rotes Deutsches Angus x FV			3,1		56	
- Jungfärsen	- Schwarzes Deutsches Angus x FV			3,3		48	KÖGEL et al., 2001
	- Deutsches Angus x FV			3,2		104	
	- FV	- sehr hoch		2,5		304	
	- Weiß-Blaue Belgier x FV			2,2		42	
- Jungfärsen	DE						
	- FV	- Stall- und Weidemast		2,8		44	KÖGEL et al., 2001
	- Piemontese x FV			2,3		57	
	- Rotes Deutsches Angus x FV			2,9		19	
	- Schwarzes Deutsches Angus x FV			3,1		38	
	- Deutsches Angus x FV			3,0		57	
- Jungochsen	- FV	- Stallmast		3,1		51	CHAMBAZ et al., 2003
	- Weiß-Blaue Belgier x FV			3,2		39	
	CH						
	- Angus		381	4,6		16	
	- Simmental		499	4,1		16	
	- Charolais		513	3,9		16	
- Jungochsen	- Limousin		594	4,1		16	CHAMBAZ et al., 2003

LSM*: LS-Mittelwert. ¹⁾ Fettabdeckung: 1= sehr gering bis 5= sehr stark

Tabelle 9: Fettgewebeklasse ¹⁾ (Fortsetzung)

Material				\bar{Y}/LSM^*	s	n	Quelle
Kategorie	Rasse	andere Faktoren	Alter				
- Jungbullen	HU						
	- Holstein-Friesian	- Intensiv	474	(2)		3	<i>HOLLÓ</i> et al., 2004
	- Ungarisches Grauvieh		551	(3)		7	
				(2)		9	
				(3)		1	
	- Holstein-Friesian	- Extensiv	495	(2)		1	
				(3)		9	
	- Ungarisches Grauvieh		607	(2)		8	
				(3)		2	
- Jungbullen	IE						
	- Charolais x (Limousin x Holstein), Charolais x (Fleckvieh x (Limousin x Holstein))	- Vater durchschnittlich bemuskelt	450	3,5		14	<i>MAHER</i> et al., 2004c
		- Vater gut bemuskelt		3,4		16	
- Jungbullen	IE						
	- Holstein	- Stall	348	3,1		12	<i>MOLONEY</i> et al., 2004
		- Weide		2,7		12	
- Jungbullen	DE						
	- Fleckvieh	- Fütterung 100 Tage					
		extensiv	545	2,1		18	<i>SAMI</i> et al., 2004
		intensiv	545	2,6		18	
		- Fütterung 138 Tage					
		extensiv	575	2,2		17	
		intensiv	575	2,8		18	
- Jungbullen	ES				SE 0,4		
	- Braunvieh	- künstliche Aufzucht	360-400	2,2		6	<i>CERDEÑO</i> et al., 2006
- Jungbullen	ES						
	- Parda de Montaña (Braunvieh)	- früh abgesetzt	362	2		7	<i>BLANCO</i> et al., 2008a
		- traditionell abgesetzt	362	2		8	

LSM*: LS-Mittelwert. ¹⁾ Fettabdeckung: 1= sehr gering bis 5= sehr stark

eine etwas höhere Fettgewebeklasse als für die Jungbullen. Für Ochsen fanden *CHAMBAZ* et al. (2003) die deutlich höchsten Werte der Fettabdeckung bei den Rassen Angus (4,6 Punkte), Fleckvieh und Limousin (jeweils 4,1 Punkte) sowie Charolais (3,9 Punkte), während *ROFFEIS* (1999) für Hereford über geringe Werte (2,2 Punkte), allerdings bei extensiver Mast, berichtete.

Bei allen Kategorien wurden nur zum Teil Unterschiede zwischen den Rassen beobachtet. So berichteten *KÖGEL* et al. (2001) bei Jungbullen und Jungfärsen von höheren Fettgewebseinstufungen für Angus- Kreuzungen gegenüber Fleckvieh und Kreuzungen Piemontese x Fleckvieh ebenso wie *CHAMBAZ* et al. (2003) bei Ochsen für Angus gegenüber Fleckvieh, Limousin und Charolais. Demgegenüber zeigten bei Färsen Angus-Kreuzungen mit Fleckvieh (2,8 bzw. 3,3 Punkte) geringere Fettgewebseinstufungen als reines Fleckvieh mit 3,7 Punkten (*SCHWARZ* et al., 1998), allerdings wurde das Fleckvieh dabei in reiner Stallmast, die Kreuzungen jedoch in Weidemast bzw. in gemischter Weide- und Stallmast und damit unter weniger intensiven Bedingungen gehalten. *FRICKH und SÖLKNER* (1997) beobachteten bei schwarzbunten Jungbullen mit entsprechend niedriger Fettabdeckung eine höhere Fettklasseneinstufung (1,7 Punkte) gegenüber Fleckvieh und Fleckvieh x Limousin-Kreuzungen (jeweils 1,3 Punkte). Auch *HOLLÓ* et al. (2004) fanden sowohl bei intensiver als auch bei extensiver Fütterung eine höhere Fettklasseneinstufung für Holstein-Friesian als für Ungarisches Grauvieh. Im Allgemeinen wurden zwischen Zweinutzungs- und Fleischrindern keine oder nur geringe Unterschiede in wechselnder Richtung festgestellt. Während *KÖGEL* et al. (1998) sowie *HOVING-BOLINK* et al. (1999a) kaum Unterschiede in der Fettklasseneinstufung zwischen verschiedenen Futtermitteln fanden, ergaben sich für die Stallmast gegenüber gemischter oder einseitiger Weidemast (*SCHWARZ* et al., 1998; *KÖGEL* et al., 2001; *MOLONEY* et al., 2004) und für intensive Mast gegenüber semiintensiver oder extensiver Mast (*ROFFEIS*, 1999; *KÖGEL* et al., 2001; *SAMI* et al., 2004) deutlich höhere Fettklasseneinstufungen. Bei *HOLLÓ* et al. (2004) ergaben sich lediglich geringe Unterschiede zwischen intensiver und extensiver Fütterung.

3.2 Fleischqualität

3.2.1 pH-Wert

Der pH-Wert ist ein direkter Indikator für den Verlauf der postmortalen Glykolyse und gibt Aufschluss über ihre Auswirkungen auf den Denaturierungsgrad der Proteine und der Membranintegrität. Er beeinflusst entweder direkt oder indirekt die anderen Qualitätsmerkmale des Fleisches. Dieser Einfluss bezieht sich insbesondere auf die Merkmale Farbe, Zartheit, Geschmack, Wasserbindungsvermögen und Haltbarkeit (AUGUSTINI et al., 1977; SCHEPER, 1982; HOFMANN, 1987).

In Untersuchungen von SCHEPER (1974) sowie FÜRST und BERSCHAUER (1981) wurden Schwankungen des Muskel-pH-Werts in Abhängigkeit von Messstelle und -zeitpunkt zwischen den Werten 5,0 und 7,5 nachgewiesen.

Da die Entwicklung des pH-Wertes in den einzelnen Muskeln nicht gleichzeitig und einheitlich verläuft, werden zur objektiven pH-Wert-Messung die besonders empfindlichen Muskeln M. longissimus dorsi (Kotelett) und M. semimembranosus (Schinken) herangezogen, gelegentlich auch M. longissimus cervicalis bzw. M. gluteus medius (SCHEPER, 1978; FÜRST und BERSCHAUER, 1981).

Bei lebenden Muskeln werden pH-Werte von ca. 7 gemessen, sie liegen also etwas oberhalb des Neutralpunktes. Nach dem Schlachten fällt dieser pH-Wert normalerweise auf 5,5 bis 5,8 ab (HOFMANN, 1986; HONIKEL und SCHWÄGELE, 1998). Im Verlauf der Reifung bzw. Lagerung steigt er wieder geringfügig an. Rind- und Schweinefleisch nehmen nach Abschluss der Fleischreifung einen pH-Wert zwischen 5,6 und 6,2 an (BABBEL, 2001). Bei längerer Lagerung kommt es zum bakteriellen Verderb, der pH-Wert steigt durch die Bildung von basisch wirkenden Stoffen wie z.B. Aminen und Ammoniak weiter an und kann Werte über 6,4 erreichen (HOFMANN, 1986).

Wenn der pH-Wert nach der Schlachtung auf Werte um 5,0 gesunken ist, war die Mikrostruktur des Muskels am stärksten verdichtet (HAMM, 1972;

1975). Dies kann als ein Hinweis auf den indirekten Zusammenhang zwischen intramuskulärem Fett und dem Wirkungskomplex Wasserbindungsvermögen-Sensorik gelten. Bei diesem pH-Wert wurden sowohl das geringste Wasserbindungsvermögen als auch die geringste Zartheit festgestellt (*WINKLER*, 1939). Bei höheren pH-Werten stiegen Wasserbindungsvermögen und Zartheit erwartungsgemäß an (*BOUTON* et al., 1971).

Der pH-Wert der Rindermuskulatur ist direkt nach der Schlachtung neutral bis leicht alkalisch (*HOFMANN*, 1987). Innerhalb von 45 Minuten nach der Schlachtung sinkt der pH-Wert ab und pendelt sich 36 bis 48 Stunden nach der Schlachtung auf Werte zwischen 5,3 und 6,0 ein (*STÜBER*, 2000).

Die Untersuchungen über den pH-Wert bis 24 Stunden p.m. (Tab. 10a) sowie bei 48 Stunden und mehr p.m. (Tab. 10b) sind außer den Arbeiten über Kälber, die wegen des direkten Bezuges zur vorliegenden Untersuchung an den Anfang gestellt wurden, nach Messzeiten und innerhalb Messzeiten nach Erscheinungsjahr aufgeführt. Es wurden nur pH-Werte in die Tabelle aufgenommen, die am *M. longissimus dorsi* gemessen waren.

Die Mittelwerte bei *CERDEÑO* et al. (2006) für Mastkälber waren mit 5,65 bzw. 5,67 bei 24 Stunden p.m. (Tab. 11a) relativ hoch. Bei Jungrindern untersuchten *RUIZ DE HUIDOBRO* et al. (2003) die Messzeitpunkte 45 Minuten, 24 Stunden (Tab. 10a), 48 Stunden, 3 Tage und 6 Tage p.m. (Tab. 10b) und fanden lediglich signifikante Unterschiede zwischen dem ersten und allen anderen Messzeitpunkten. Zwischen allen anderen Messzeiten waren die pH-Werte nicht signifikant verschieden. *RUIZ DE HUIDOBRO* et al. (2003) bestätigten damit auch den raschen Abfall des pH-Wertes nach der Schlachtung und die weitgehende Konstanz der pH-Werte bis zu 6 Tagen p.m., die *STÜBER* (2000) gefunden hatte. Bei Messzeiten von 20 bis zu 24 Stunden p.m. ergaben sich Werte zwischen 5,42 und 5,61 pH-Einheiten, was etwa dem Normalbereich entspricht.

Tabelle 10a: pH-Wert bis 24 Stunden p.m. am M. longissimus dorsi

Messzeit	Material				\bar{Y}/LSM^*	s	n	Quelle
	Kategorie	Rasse	andere Faktoren	Alter				
24 h p.m.	- Mastkälber	ES - Braunvieh	- natürliche Aufzucht - künstliche Aufzucht	270-300 270-300	5,65 5,67	SE 0,06 0,06	6 6	CERDEÑO et al., 2006
45 min.	- Jungbullen	ES - Limousin x Avilena-Negra Ibérica, Charolais x Avilena-Negra Ibérica,		395-455	6,47	SE 0,06	8	RUIZ DE HUIDOBRO et al., 2003
	- Jungfärsen	Braunvieh x Avilena-Negra Ibérica		305-365	6,48	0,06	9	
20 h p.m.	- Färsen	NL - Piemontese (PI) x Holstein (HF)	- Maissilage - Mischfutter - Anwelk-Grassilage	822 855 838	5,47 5,50 5,49	SE 0,02 0,02 0,02	75 64 71	HOVING-BOLINK et al., 1999a
20 h p.m.	- Jungbullen	NL - Piemontese x (PI x HF) - Limousin x (PI x HF)		561 563	5,52 5,51	SE 0,03 0,03	37 31	HOVING-BOLINK et al., 1999b
	- Färsen	- Piemontese x (PI x HF) - Limousin x (PI x HF)		851 840	5,51 5,44	0,03 0,03	20 23	
24 h p.m.	- Jungbullen	DE - Braunvieh und Kreuzungen		470-520	5,67	0,12	175	KÖGEL et al., 1993
24 h p.m.	- Jungbullen	DE - Fleckvieh - Original-Braunvieh - Murnau-Werdenfelser - Pinzgauer		500 500 500 500	5,50 5,57 5,50 5,54		24 20 26 27	AUGUSTINI et al., 1998
24 h p.m.	- Färsen	AT	- Grassilage hoch niedrig extensiv		5,50 5,52 5,54		10 10 9	
	- Ochsen		hoch niedrig extensiv		5,58 5,59 5,44		9 9 10	FRICKH et al., 2002
	- Färsen		- Maissilage		5,55		7	
	- Ochsen				5,53		7	
	- Bullen				5,65		7	
24 h p.m.	-Jungochsen	CZ - Holstein	- Stallmast, Laufstall	331	5,50	SE 0,09	26	CHLADEK und INGR, 2003

LSM*: LS-Mittelwert.

Tabelle 10a: pH-Wert bis 24 Stunden p.m. am M. longissimus dorsi (Fortsetzung)

Messzeit	Material				\bar{Y}/LSM^*	s	n	Quelle
	Kategorie	Rasse	andere Faktoren	Alter				
24 h p.m.	- Kühe - Bullen - Ochsen	KOREA - Hanwoo (Bos taurus x Bos indicus)	- Frühling - Sommer - Herbst - Winter	665-790	5,38		(1278)	KIM et al., 2003
					5,43			
					5,39			
					5,41			
					5,42			
					5,39			
					5,34		640 575 63	
24 h p.m.	- Jungbullen	ES	- Transport 30 Min. - Transport 3 Std. - Transport 6 Std.	365	5,61 5,59 5,59	SE 0,03 0,02 0,02	48	MARIA et al., 2003
24 h p.m.	- Jungbullen	ES		395-455	5,54	SE 0,03	8	RUIZ DE HUIDOBRO et al., 2003
	- Jungfärsen	- Limousin x Avilena-Negra Ibérica, Charolais x Avilena-Negra Ibérica, Braunvieh x Avilena-Negra Ibérica		305-365	5,49	0,02	9	
24 h p.m.	- Jungochsen	UY - Hereford	- Weide - Kraftfutter		5,70 5,70	SE 0,03 0,02	10 20	REALINI et al., 2004
24 h p.m.	- Ochsen	ES - Rubia Gallega	- Weide - Stall (Maissilage + Konzentrat)	910	5,46 5,42	SE 0,05 0,02	16 14	VARELA et al., 2004
24 h p.m.	- Jungbullen	ES - Braunvieh	- künstliche Aufzucht	360-400	5,61	SE 0,20	6	CERDEÑO et al., 2006
24 h p.m.	- Jungbullen	ES - Parda de Montaña (Braunvieh)	- früh abgesetzt - traditionell abgesetzt	362 362	5,70 5,70	SE 0,1	7 8	BLANCO et al., 2008a
24 h p.m.	- Jungbullen	ES - Parda de Montaña (Braunvieh) - Pirenaica	- früh abgesetzt - traditionell abgesetzt	309	5,59	SE 0,08	14 14 14 14	BLANCO et al., 2008b
				322	5,58			
				307	5,61			
				324	5,56			

LSM*: LS-Mittelwert.

Tabelle 10b: pH-Wert bei 48 Stunden und mehr p.m. am M. longissimus dorsi

Messzeit	Material				\bar{Y}/LSM^*	s	n	Quelle
	Kategorie	Rasse	andere Faktoren	Alter				
48 h p.m.	Weidekälber	DE - Deutsches Angus (DA) - DA x F ₁ (Fleckvieh x Schwarzbunt) - Limousin (LI) - LI x F ₁ (Fleckvieh x Schwarzbunt)		265 202 242 187	5,50 5,60 5,60 5,60			GOLZE und KRÜGER, 2003
48 h p.m.	- Jungfärsen	DE - Fleckvieh	- Grassilage - Heu - Maissilage	ca. 553	5,48 5,50 5,50		22 26 23	KÖGEL et al., 1998
48 h p.m.	- Jungfärsen	DE - Fleckvieh, Deutsches Angus x Fleckvieh	- Stallmast - Weidemast - Weide- u. Stallmast	ca. 478 ca. 630 ca. 644	5,40 5,60 5,50	0,05 0,07 0,06	72 72 72	SCHWARZ et al., 1998
48 h p.m.	- Jungochsen	CH - Angus - Simmental - Charolais - Limousin		381 499 513 594	5,54 5,57 5,51 5,50		16 16 16 16	CHAMBAZ et al., 2003
48 h p.m.	- Jungrinder	AU - nicht-tropische Rassen - tropische Rassen		641 781	5,51 5,56	0,12 0,10	3343 3587	JOHNSTON et al., 2003b
48 h p.m.	- Jungbullen - Jungfärsen	ES - Limousin x Avilena-Negra Ibérica, Charolais x Avilena-Negra Ibérica, Braunvieh x Avilena-Negra Ibérica		395-455 305-365	5,55 5,52	SE 0,02 0,01	8 9	RUIZ DE HUIDOBRO et al., 2003
48 h p.m.		OMAN - Dhofari (Bos indicus)	Heiße Saison (Som.) Kühle Saison (Winter)		6,24 5,54	SE 0,40 0,32	70	KADIM et al., 2004
48 h p.m.	- Ochsen	IE - H (Holstein-Friesian x Weiß-Blau Belgier) - C (Commercial – Vergleichsgruppe)	4 Typen: LH (Leicht) HH (Schwer) LC (Leicht) HC (Schwer)	780 750 840 600	5,40 5,50 5,50 5,60		23 19 24 20	MAHER et al., 2004b

LSM*: LS-Mittelwert.

Tabelle 10b: pH-Wert bei 48 Stunden und mehr p.m. am M. longissimus dorsi (Fortsetzung)

Messzeit	Material				\bar{Y}/LSM^*	s	n	Quelle
	Kategorie	Rasse	andere Faktoren	Alter				
48 h p.m.	- Jungbullen	IE - Charolais x (Limousin x Holstein), Charolais x (Fleckvieh x (Limousin x Holstein))	- Vater durch-schnittlich bemuskelt - Vater gut bemuskelt	450	5,58 5,50	0,31 0,29	14 16	MAHER et al., 2004c
48 h p.m.	- Jungbullen	DE - Fleckvieh	- Fütterung 100 Tage extensiv intensiv - Fütterung 138 Tage extensiv intensiv	545 545 575 575	5,55 5,56 5,48 5,52		18 18 17 18	SAMI et al., 2004
48 h p.m.	- Jungbullen	IE - Holstein	- Stall - Weide	348 348	5,61 5,57		12 12	MOLONEY et al., 2004
48 h p.m.	- Jungbullen	CZ - Tschechisches Fleckvieh (CFV) - Charolais x CFV - Simmental x CFV - Blonde d' Aquitaine x CFV		505 548 645 683	6,08 5,69 5,44 5,46	0,32 0,30 0,06 0,06	12 21 11 7	SOCHOR et al., 2005
> 48h p.m.	- Färsen und Ochsen	US			5,60	0,30	145	WULF und WISE, 1999
3 d p.m.	- Jungbullen - Jungfärsen	ES - Limousin x Avilena-Negra Ibérica, Charolais x Avilena-Negra Ibérica, Braunvieh x Avilena-Negra Ibérica		395-455 305-365	5,54 5,58	SE 0,02 0,02	8 9	RUIZ DE HUIDOBRO et al., 2003
6 d p.m.	- Jungbullen - Jungfärsen	ES - Limousin x Avilena-Negra Ibérica, Charolais x Avilena-Negra Ibérica, Braunvieh x Avilena-Negra Ibérica		395-455 305-365	5,53 5,49	SE 0,03 0,02	8 9	RUIZ DE HUIDOBRO et al., 2003
7 d p.m.	- Ochsen	JP - Wagyu: Linien A B C D Gesamt		961 754 772 793 820	5,55 5,58 5,55 5,57 5,57	SE 0,02 0,01 0,02 0,02 0,02	11 16 8 9 44	OZAWA et al., 2000

LSM*: LS-Mittelwert.

Tabelle 10b: pH-Wert bei 48 Stunden und mehr p.m. am M. longissimus dorsi (Fortsetzung)

Messzeit	Material				\bar{Y}/LSM^*	S	n	Quelle
	Kategorie	Rasse	andere Faktoren	Alter				
7 d p.m.	- Rinder	IE	Lage i. Muskel - Kranial - Medial - Kaudal		5,67 5,66 5,66		10 10 10	<i>O'NEILL</i> et al., 2004
8 d p.m.	- Färsen	AT	- Grassilage: hoch niedrig extensiv		5,51 5,51 5,51		10 10 9	<i>FRICKH</i> et al., 2002
	- Ochsen		hoch niedrig extensiv		5,60 5,57 5,44		9 9 10	
	- Färsen		- Maissilage		5,54		7	
	- Ochsen				5,50		7	
	- Bullen				5,65		7	
14 d p.m.	- Jungbullen	DE - Braunvieh und Kreuzungen		470-520	5,55	0,19	187	<i>KÖGEL</i> et al., 1993
14 d p.m.	- Ochsen	IE	Schlachtkörperklasse: O4H O4L R4H R4L	395-1580	5,50 5,40 5,50 5,60		20 23 20 18	<i>MAHER</i> et al., 2004a
	- Färsen		O4H O4L R4H R4L	395-1580	5,60 5,60 5,60 5,60		23 21 19 14	
14 d p.m.	- Ochsen	IE	4 Typen:					<i>MAHER</i> et al., 2004b
			LH (Leicht)	780	5,50		23	
			HH (Schwer)	840	5,50		24	
			LC (Leicht)	750	5,60		19	
		- C (Commercial – Vergleichsgruppe)	HC (Schwer)	600	5,60		20	

LSM*: LS-Mittelwert.

Niedrigere Werte zwischen 5,34 und 5,42 fanden *KIM* et al. (2003) bei Kreuzungsrindern in Korea. Hohe Werte von über 5,61 pH-Einheiten ergaben sich bei *KÖGEL* et al. (1993) sowie *REALINI* et al. (2004) und *BLANCO* et al. (2008a) für Jungbullen. Wie die geringe Standardabweichung von 0,12 pH-Einheiten (*KÖGEL* et al., 2003) zeigt, variierten die Werte nur geringfügig, ohne dass eindeutige Ursachen offensichtlich waren.

Bei einer Messzeit von 48 Stunden und mehr p.m. (Tab. 10b) wurden bei Weidekälbern Mittelwerte zwischen 5,50 und 5,60 gefunden (*GOLZE* und *KRÜGER*, 2003). Bei Jungrindern wurden Mittelwerte zwischen 5,40 (*SCHWARZ* et al., 1998; *MAHER* et al., 2004a; *MAHER* et al., 2004b) und 6,08 pH-Einheiten (*SOCHOR* et al., 2005) sowie Standardabweichungen zwischen 0,05 (*SCHWARZ* et al., 1998) und 0,32 (*SOCHOR* et al., 2005) festgestellt. Ein sehr hoher Extremwert ergab sich mit 6,24 pH-Einheiten für Sommerschlachtungen in Oman (*KADIM* et al., 2004). Insgesamt zeigten sich keine bedeutenden Unterschiede zwischen den Messzeiten von 24 und 48 Stunden nach der Schlachtung.

Bei den Messzeiten von 3 bis 14 Tagen p.m. wurden Werte zwischen 5,40 (*MAHER* et al., 2004a) und 5,67 (*O'NEILL* et al., 2004) festgestellt. Sie lagen damit in einem ähnlichen Bereich wie die Werte bei den frühen Messzeiten.

Zwischen den Kategorien Jungbullen und Färsen bestanden keine signifikanten Unterschiede (*HOVING-BOLINK* et al., 1999b; *FRICKH* et al., 2002; *KIM* et al., 2003 [Tab. 10a]; *RUIZ DE HUIDOBRO* et al., 2003 [Tab. 10a u. 10b]), jedoch berichteten *FRICKH* et al. (2002) und *MAHER* et al. (2004a [Tab. 10b]) von zum Teil signifikanten Unterschieden zwischen Ochsen und Färsen bzw. Jungbullen.

Die meisten Autoren, welche Unterschiede zwischen Rassen oder Genotypen prüften, fanden keine signifikanten Unterschiede. Jedoch ergaben sich bei *AUGUSTINI* et al. (1998) für den pH-Wert 24 p.m. (Tab. 10a) signifikant höhere Werte bei Original-Braunvieh (5,57) gegenüber Fleckvieh (5,50) sowie Murnau-Werdenfelser (5,50) und Pinzgauer (5,54). *CHAMBAZ* et al. (2003) stellten für den pH-Wert 48 h p.m. (Tab. 10b) bei Simmental (5,57) einen signifikant höheren Wert als bei Limousin (5,50)

sowie von beiden nicht signifikant verschiedene Werte bei Charolais (5,51) und Angus (5,54) fest. Ebenso fanden *SOCHOR* et al. (2005 [Tab. 10b]) bei Tschechischem Fleckvieh und Charolais-Kreuzungen deutlich höhere Werte (6,08 bzw. 5,69) als bei Fleisch-Simmental- sowie Blonde d'Aquitaine-Kreuzungen (5,44 bzw. 5,46).

Bei Stallmast (5,40) ergab sich nach *SCHWARZ* et al. (1998) ein signifikant niedrigerer pH-Wert 48 h p.m. (Tab. 10b) als bei Weidemast (5,60), bei Weide mit Stallendmast (5,50) ein von beiden nicht signifikant verschiedener Wert. Demgegenüber fanden jedoch *HOVING-BOLINK* et al. (1999a), *REALINI* et al. (2004) sowie *VARELA* et al. (2004) bis 24 Stunden p.m. (Tab. 10a) und *KÖGEL* et al. (1998), *MOLONEY* et al. (2004) sowie *SAMI* et al. (2004) bei 48 Stunden und mehr p.m. (Tab. 10b) keine signifikanten Unterschiede zwischen Stallmast und Weidemast bzw. zwischen verschiedenen Futterarten oder Fütterungsintensitäten.

3.2.2 Fleischfarbe

Die drei Komponenten der Fleischfarbe L*-Wert (Helligkeit), a*-Wert (Rotton) und b*-Wert (Gelbton) sind wegen ihres Zusammenhangs gemeinsam in Tabelle 11 aufgeführt, und zwar geordnet nach Messzeit und Erscheinungsjahr.

Als Untergrenze für die Einordnung als Kalbfleisch gaben *ENDER* und *AUGUSTINI* (1998) einen Helligkeitswert (36 h p.m.) von $L^* \geq 40$ an, ohne genauer zwischen Milchmastkälbern und Weidekälbern zu differenzieren. In Frankreich wurden für junge Mastkälber bis zu 6 Monaten (Veau de boucherie) Helligkeitswerte von 47 bis 50 Einheiten angegeben (*NORMAND*, 2005). Für Mastkälber zwischen 6 und 12 Monaten hing die Farbhelligkeit weitgehend vom Produktionsverfahren ab und schwankte zwischen den Kategorien „Blanc“ (Weiß) mit L*-Werten von 51 bis 53 bei a*-Werten von 14 bis 16 sowie „Rouge“ (Rot) mit L*-Werten von 41 bis 45 bei a*-Werten von 17 bis 19 (*NORMAND*, 2005).

Für Jungrinder zwischen 1 und 2 Jahren gab *ENDER* (1995) einen Bereich der Helligkeitswerte (L*) von 34 bis 40 an und *NORMAND* (2005) berichtete ebenfalls über einen Bereich von 38 bis 42 für die L*-Werte bei Jungbullen dieser Alterskategorie. Dagegen wurde in Frankreich für Färsen und junge Kühe (28 bis 44 Monate) ein Bereich von 36 bis 39 für den Helligkeitswert (L*) angegeben (*NORMAND*, 2005). Die Produktionsverfahren für Jungbullen, Färsen und junge Kühe sind in Frankreich offenbar deutlich stärker differenziert, so dass Fleischfarben zwischen „rouge très claire“ (sehr helles Rot) mit L*-Werten von 50 bis 55 und „rouge foncé“ (dunkles Rot) mit L*-Werten von 28 bis 30 vorkommen (*NORMAND*, 2005).

Bei Kälbern zwischen 183 und 300 Tagen ergaben sich für die Messzeit von 24 Stunden p.m. (Tab. 11) für die Helligkeit (L*) Mittelwerte zwischen 35,1 und 39,5 Einheiten, für den Rotton (a*) zwischen 10,3 und 14,2 und für den Gelbton (b*) zwischen 1,2 und 12,9 Einheiten (*SZÜCS* et al., 2001b; *CERDEÑO* et al., 2006). Für Weidekälber fanden *SCHNÄCKEL* et al. (2000) dagegen bei einer Messzeit von 48 Stunden p.m. hohe Mittelwerte

Tabelle 11: Fleischfarbe L*-Wert (Helligkeit), a*-Wert (Rotton), b*-Wert (Gelbton) am M. longissimus dorsi

Zeit	Material				L*		a*		b*		n	Quelle
	Kategorie	Rasse	andere Faktoren	Alter	\bar{Y}^1	s	\bar{Y}^1	S	\bar{Y}^1	s		
24 h p.m.	- Kälber	DE - Deutsches Fleckvieh - Deutsches Holstein		183 183	35,1 35,2	2,0 2,1	10,3 11,6	0,5 0,5	1,2 1,4	0,4 0,4	10 9	SZÜCS et al., 2001b
24 h p.m.	- Mastkälber	ES - Braunvieh	- natürliche Aufzucht - künstliche Aufzucht	270- 300	39,5 36,1	1,1 1,3	11,7 14,2	1,5 0,8	12,1 12,9	1,5 1,1	6 6	
48 h p.m.	-Weidekälber	DE - Angus - Limousin - Hereford		232 ± 18	39,1 41,6 41,0	5,5 4,1 2,7	6,0 6,1 5,2	2,3 1,9 2,2	17,3 15,1 16,4	8,5 7,2 3,9	15 15 15	SCHNÄCKEL et al., 2000
1 h p.m.	- Färsen	AT	- Grassilage hoch niedrig extensiv		37,7 36,6 38,9		11,3 12,2 11,7		9,8 10,5 10,7		10 10 9	
	- Ochsen		hoch niedrig extensiv		38,0 37,6 38,6		9,3 9,7 10,8		8,7 8,5 9,3		9 9 10	FRICKH et al., 2002
	- Färsen		- Maissilage		37,0		12,1		10,3		7	
	- Ochsen				37,2		11,7		9,5		7	
	- Bullen				35,5		10,0		8,5		7	
21 h p.m.	- Färsen	NL - Piemontese (PI) x Holstein (HF)	- Maissilage - Mischfutter - Anwelk-Grassilage	822 855 838	35,7 34,3 34,6	SE 0,3 0,4 0,4	18,0 17,6 17,6	SE 0,2 0,2 0,2	14,1 13,4 13,6	SE 0,2 0,2 0,2	75 64 71	HOVING- BOLINK et al., 1999a
21 h p.m.	- Jungbullen	NL - Piemontese x (PI x HF) - Limousin x (PI x HF)		561 563	36,7 36,9	SE 0,5 0,6	17,9 18,0	SE 0,3 0,3	14,5 14,8	SE 0,3 0,3	37 31	
	- Färsen	- Piemontese x (PI x HF) - Limousin x (PI x HF)		851 840	35,5 36,5	0,7 0,7	18,0 18,1	0,3 0,3	14,2 15,0	0,4 0,3	20 23	HOVING- BOLINK et al., 1999b

¹: Mittelwert bzw. LS-Mittelwert.

Tabelle 11: Fleischfarbe (L*, a*, b*) am M. longissimus dorsi (Fortsetzung)

Zeit	Material				L*		a*		b*		n	Quelle
	Kategorie	Rasse	andere Faktoren	Alter	\bar{Y}^1	s	\bar{Y}^1	s	\bar{Y}^1	s		
24 h p.m.	- Jungbullen	DE				SE		SE		SE		
		- Deutsches Fleckvieh		365	40,2	1,8	13,2	0,5	2,2	0,3	12	SZÜCS et al., 2001b
				540	34,6	1,7	16,2	0,4	3,3	0,3	14	
				730	32,0	1,6	18,5	0,4	4,5	0,3	15	
		- Deutsches Holstein		365	35,6	1,7	13,8	0,5	2,6	0,3	13	
				540	34,6	1,6	15,6	0,4	3,1	0,3	15	
				730	32,4	1,6	18,2	0,4	4,2	0,3	15	
24 h p.m.	- Kühe - Bullen - Ochsen	KOREA										
		- Hanwoo (Bos taurus x Bos indicus)	- Frühling	665-	36,3		22,4		8,6		1278	KIM et al., 2003
			- Sommer	790	35,5		22,6		8,9		1278	
			- Herbst		36,3		23,3		8,9		1278	
			- Winter		35,1		22,1		7,9		1278	
					36,5		22,6		8,7		640	
24 h p.m.	- Jungbullen	ES				SE		SE		SE		
			- Transport 30 Min.	365	35,3	0,7	21,5	0,5	11,2	0,4	48	MARIA et al., 2003
			- Transport 3 Std.		34,0	0,7	22,7	0,5	12,3	0,4		
			- Transport 6 Std.		35,4	0,7	22,2	0,5	11,6	0,4		
24 h p.m.	-Jungochsen	UY										
		- Hereford	- Weide		33,8		20,5		8,8		10	REALINI et al., 2004
			- Kraftfutter		35,6		20,4		8,4		10	
24 h p.m.	- Ochsen	ES				SE		SE		SE		
		- Rubia Gallega	- Weide	910	33,1	0,5	18,7	0,4	10,3	0,3	16	VARELA et al., 2004
			- Stall (Maissilage + Konzentrat)		34,7	0,8	19,8	0,4	10,8	0,3	14	
24 h p.m.	- Jungbullen	ES				SE		SE		SE		
		- Braunvieh	- künstliche Aufzucht	360-400	37,4	1,7	12,4	0,9	10,8	1,0	6	CERDEÑO et al., 2006
24 h p.m.	- Jungbullen	ES				SE						
		- Parda de Montaña		309	43,3						14	BLANCO et al., 2008b
		- Pirenaica		322	45,0	2,5					14	
			- früh abgesetzt	307	43,2						14	
			- traditionell abgesetzt	324	45,1						14	

¹: Mittelwert bzw. LS-Mittelwert.

Tabelle 11: Fleischfarbe (L*, a*, b*) am M. longissimus dorsi (Fortsetzung)

Zeit	Material				L*		a*		b*		n	Quelle
	Kategorie	Rasse	andere Faktoren	Alter	\bar{Y}^1	s	\bar{Y}^1	s	\bar{Y}^1	s		
48 h p.m.	- Bullen - Bullen - Ochsen	DE - Pinzgauer - Salers - Galloway			37,1 39,0 36,2	2,3 3,5 5,4	24,6 24,3 23,5	4,1 3,0 5,3	12,2 13,0 12,3	2,6 1,7 1,6	15 5 7	REICHARDT et al., 1997
48 h p.m.	- Bullen	DE - Fleckvieh - Original-Braunvieh - Murnau-Werdenfelser - Pinzgauer		500	38,8 38,5 37,9 38,7		17,0 17,3 17,4 18,4		9,5 9,2 9,4 10,1		24 20 26 27	AUGUSTINI et al., 1998
48 h p.m.	-Jungfärsen	DE - Fleckvieh	- Grassilage - Heu - Maissilage	553 554 552	38,5 38,2 37,5		16,8 15,6 17,3		8,2 7,6 8,3		22 26 23	KÖGEL et al., 1998
48 h p.m.	- Färsen	DE - Angus - Limousin - Hereford		826± 57	35,0 36,0 38,5	6,2 4,2 10,3	9,0 7,5 4,8	2,2 1,8 2,0	18,7 7,5 26,6	12,0 1,8 4,8	15 15 15	SCHNÄCKEL et al., 2000
48 h p.m.		ES - Parda Alpina, Pyrenäen-Fleischrind	- pH < 6,1 - pH ≥ 6,1	425	43,3 38,5	1,6 2,8	14,4 11,7	1,6 1,5	10,7 6,7	0,9 1,6	17 14	ABRIL et al., 2001
48 h p.m.	- Jungrinder	AU - nicht-tropische Rassen - tropische Rassen		641 781	39,6 38,5	3,0 3,2	23,5 22,6	2,8 3,1	12,6 11,9	1,7 1,8	3568 3561	JOHNSTON et al., 2003b
48 h p.m.		OMAN - Dhofari (Bos indicus)	-Heiße Saison (Somm.) -Kühle Saison (Winter)		31,5 35,6	SE 2,9 1,3	18,5 23,2	SE 2,3 1,0	4,2 6,4	SE 0,8 0,4	70	KADIM et al., 2004
48 h p.m.	- Jungbullen	IE - Charolais x (Limousin x Holstein), Charolais x (Fleckvieh x (Limousin x Holstein))	- Vater durchschnitt-lich bemuskelt - Vater gut bemuskelt	450	36,7 34,7	1,8 9,5	11,0 10,3	1,5 3,2	7,6 7,1	0,8 2,1	14 16	MAHER et al., 2004c
48 h p.m.	- Jungbullen	IE - Holstein	- Stall - Weide	348	35,6 35,5		11,4 10,9		7,4 7,2		12 12	MOLONEY et al., 2004

¹: Mittelwert bzw. LS-Mittelwert.

Tabelle 11: Fleischfarbe (L*, a*, b*) am M. longissimus dorsi (Fortsetzung)

Zeit	Material				L*		a*		b*		n	Quelle
	Kategorie	Rasse	andere Faktoren	Alter	\bar{Y}^1	s	\bar{Y}^1	s	\bar{Y}^1	s		
48 h p.m.	- Jungbullen	DE - Fleckvieh	- Fütterung 100 Tage extensiv intensiv - Fütterung 138 Tage extensiv intensiv	545	38,9		19,4		9,6		18	SAMI et al., 2004
				545	38,5		18,5		9,1		18	
				575	37,9		20,7		10,1		17	
				575	37,8		20,0		9,7		17	
> 48h p.m.	- Färsen und Ochsen	US			38,3	3,2	23,4	3,6	9,7	2,3	145	WULF und WISE, 1999
72 h p.m.	- Jungbullen - Jungfärsen	ES - Limousin / Charolais / Braunvieh / x Avilena-Negra Ibérica		395- 455	35,7	SE 0,7	17,4	SE 0,5	7,1	SE 0,2	8	RUIZ DE HUIDOBRO et al., 2003
				305- 365	37,5	0,7	16,8	0,6	5,7	0,4	9	
4 d p.m.	- Jungbullen	AT - Fleckvieh - Schwarzbunt - Fleckvieh x Limousin		425	44,5		4,2		6,7		60	FRICKH und SÖLKNER, 1997
					43,1		5,4		7,0		57	
					44,3		4,4		6,7		22	
7 d p.m.	- Ochsen	JP - Wagyu: Linien A B C D Gesamt		940	48,2	SE 1,0	22,9	SE 0,8	16,9	SE 0,4	11	OZAWA et al., 2000
				730	44,9	0,9	22,2	0,7	15,4	0,3	16	
				760	43,3	1,2	22,3	0,7	15,5	0,5	8	
				790	44,5	1,1	21,6	0,9	15,1	0,5	9	
				820	45,2	0,6	22,2	0,4	15,7	0,2	44	
7 d p.m.	- Jungbullen	ES	- Transport 30 Min. - Transport 3 Std. - Transport 6 Std.	365	35,0	SE 0,7	19,2	SE 0,5	9,8	SE 0,4	48	MARIA et al., 2003
					35,0	0,7	20,7	0,5	10,3	0,4		
					35,3	0,7	18,2	0,5	10,0	0,4		
7 d p.m.	- Jungbullen	IE - Holstein	- Stall - Weide	348	35,5		13,3		8,3		12	MOLONEY et al., 2004
					35,8		14,2		8,6		12	
7 d p.m.	- Rinder	IE	- Kranial - Medial - Kaudal		31,6		21,5		17,8		10	O'NEILL et al., 2004
					31,8		21,5		18,2		10	
					31,9		22,1		18,5		10	

¹: Mittelwert bzw. LS-Mittelwert.

Tabelle 11: Fleischfarbe (L*, a*, b*) am M. longissimus dorsi (Fortsetzung)

Zeit	Material				L*		a*		b*		n	Quelle
	Kategorie	Rasse	andere Faktoren	Alter	\bar{Y}^1	s	\bar{Y}^1	s	\bar{Y}^1	s		
7 d p.m.	- Ochsen	ES - Rubia Gallega	- Weide - Stall (Maissilage + Konzentrat)	910	34,2 37,0	SE 0,5 0,8	17,3 17,6	SE 0,5 0,4	12,4 12,3	SE 0,2 0,3	16 14	VARELA et al., 2004
7 d p.m.	- Jungbullen	ES - Parda de Montaña (Braunvieh)	- früh abgesetzt - traditionell abgesetzt	362 362	38,5 43,2	SE 0,9	15,7 14,7	SE 0,8	13,9 15,2	SE 0,6	7 8	BLANCO et al., 2008a
9 d p.m.		ES - Parda Alpina, Pyrenäen- Fleischrind	- pH < 6,1 - pH ≥ 6,1	425	41,9 38,4	2,2 2,2	12,1 12,5	2,6 2,2	9,2 6,6	1,9 1,7	12 10	ABRIL et al., 2001
14 d p.m.	- Jungbullen	DE - Braunvieh und Kreuzungen		470- 520	35,3	2,0	13,4	1,5	5,0	1,3	123	KÖGEL et al., 1993
14 d p.m.	- Bullen - Bullen - Ochsen	DE - Pinzgauer - Salers - Galloway			38,6 41,8 34,3	2,6 2,2 0,9	23,0 22,7 22,3	2,3 2,3 1,3	12,7 13,4 11,2	1,3 1,1 0,7	15 5 7	REICHARDT et al., 1997
14 d p.m.	-Jungochsen	CH - Angus - Simmental - Charolais - Limousin		381 499 513 594	40,0 37,3 39,5 38,1		14,2 14,3 14,2 14,7		4,3 4,1 4,7 4,9		16 16 16 16	CHAMBAZ et al., 2003
14 d p.m.	- Jungbullen	IE - Charolais x (Limousin x Holstein), Charolais x (Fleckvieh x (Limousin x Holstein))	- Vater durchschnittlich bemuskelt - Vater gut bemuskelt	450	25,8 26,4	8,4 8,1	19,3 20,2	6,4 5,8	11,3 11,7	3,7 3,5	14 16	MAHER et al., 2004c
14 d p.m.	- Ochsen - Färsen	IE	- Schlachtkörperklasse O4H O4L R4H R4L O4H O4L R4H R4L	395- 1580 395- 1580	28,0 28,1 30,1 29,8 28,5 30,1 24,7 28,7		25,6 25,2 22,2 22,2 23,2 22,1 26,7 24,0		12,8 12,3 11,2 11,0 10,8 10,8 12,3 13,0		20 23 20 18 23 21 19 14	MAHER et al., 2004a

von 39,1 bis 41,6 bei Standardabweichungen zwischen 2,7 und 5,5 Einheiten für die Helligkeit (L^*), niedrige Werte von 5,2 bis 6,1 bei Standardabweichungen zwischen 1,9 und 2,3 für den Rotton (a^*) sowie hohe Werte von 15,1 bis 17,3 bei Standardabweichungen zwischen 3,9 und 8,5 Einheiten für den Gelbton (b^*). Während die Unterschiede zwischen natürlicher und künstlicher Aufzucht im Helligkeits- (L^*) und Rottonwert (a^*) bei *CERDEÑO* et al. (2006) in die erwartete Richtung gehen – höherer Helligkeits- und geringerer Rottonwert bei natürlicher Aufzucht mit höherem Milchanteil im Futter –, sind die deutlich geringeren Helligkeits- (L^*) und Gelbtonwerte (b^*) bei den nur halb so alten Kälbern in der Untersuchung von *SZÜCS* et al. (2001b) nicht ganz zu verstehen. Besser lassen sich die Ergebnisse für die Weidekälber (*SCHNÄCKEL* et al., 2000) einordnen: die Weidekälber waren etwas jünger als die Mastkälber bei *CERDEÑO* et al. (2006) und in Mutterkuhhaltung überwiegend mit Milch versorgt, vermutlich deshalb war das Fleisch heller, im Rotton weniger und im Gelbton stärker gesättigt. Bei den angesprochenen Unterschieden war die unterschiedliche Messzeit (48 gegenüber 24 Stunden p.m.) wohl nicht entscheidend. Bei solchen Vergleichen ist jedoch natürlich immer zu beachten, dass zwischen den Untersuchungen erhebliche Unterschiede in Material, Ausrichtung und Versuchsbedingungen bestanden.

Bei älteren Rindern ergaben sich für die Messzeit 1 Stunde p.m. (*FRICKH* et al., 2002) mittlere Helligkeitswerte (L^*) von 35,5 bis 38,9, Rottonwerte (a^*) von 9,3 bis 12,2 und Gelbtonwerte (b^*) von 8,5 bis 10,7 Einheiten. Für die Messzeiten von 21 bzw. 24 Stunden p.m. wurden Mittelwerte zwischen 32,0 (*SZÜCS* et al., 2001b) und 45,1 (*BLANCO* et al., 2008b) für die Helligkeit (L^*), zwischen 9,3 (*FRICKH* et al., 2002) und 24,0 (*KIM* et al., 2003) für den Rotton (a^*) sowie zwischen 2,2 (*SZÜCS* et al., 2001b) und 15,0 (*HOVING-BOLINK* et al., 1999b) für den Gelbton (b^*) festgestellt. Für 48 Stunden p.m. lagen die L^* -Werte (Helligkeit) zwischen 31,5 (*KADIM* et al., 2004) und 43,3 Einheiten (*ABRIL* et al., 2001), die a^* -Werte (Rotton) zwischen 4,8 (*SCHNÄCKEL* et al., 2000) und 24,6 (*REICHARDT* et al., 1997) sowie die b^* -Werte (Gelbton) zwischen 4,2

(KADIM et al., 2004) und 26,6 Einheiten (SCHNÄCKEL et al., 2000). Bei längerer Reifung zwischen 48 Stunden und 14 Tagen p.m. wurden für die Helligkeit (L^* -Wert) Mittelwerte zwischen 24,7 (MAHER et al., 2004a) und 48,2 Einheiten (OZAWA et al., 2000), für den Rotton (a^* -Wert) zwischen 4,2 (FRICKH und SÖLKNER, 1997) und 26,7 (MAHER et al., 2004a) sowie für den Gelbton (b^* -Wert) zwischen 4,1 (CHAMBAZ et al., 2003) und 18,5 Einheiten (O'NEILL et al., 2004) festgestellt.

Insgesamt ergaben sich für die Helligkeitswerte (L^*) relativ geringe Unterschiede, während die Mittelwerte für Rotton (a^*) und Gelbton (b^*) erheblich zwischen und innerhalb den Untersuchungen schwankten. Die Standardabweichungen lagen zwischen 0,9 (REICHARDT et al., 1997) und 10,3 (SCHNÄCKEL et al., 2000) für den Helligkeitswert (L^*), zwischen 1,3 (REICHARDT et al., 1997) und 6,4 (MAHER et al., 2004c) für den Rotton (a^*) sowie zwischen 0,7 (REICHARDT et al., 1997) und 12,0 (SCHNÄCKEL et al., 2000) für den Gelbton (b^*).

Die Mittelwerte für Weidekälber (SCHNÄCKEL et al., 2000) in Tabelle 11 lagen für die Helligkeit (L^*) ungefähr in dem Bereich, den ENDER und AUGUSTINI (1998) für Kälber angegeben hatten, und damit insgesamt etwas höher als für die Jungrinder zwischen 1 und 2 Jahren. Unter vergleichbaren Bedingungen hatten Ochsen etwas helleres Fleisch, also höhere L^* -Werte, als Färsen und diese wiederum etwas helleres Fleisch als Jungbullen (FRICKH et al., 2002; KIM et al., 2003; RUIZ DE HUIDOBRO et al., 2003). Diese Reihenfolge von Ochsen, Kühen und Bullen wurde von KIM et al. (2003) auch bei Rot- (a^*) und Gelbton (b^*) gefunden, d.h. Ochsen hatten bei hellerem Fleisch höhere Werte bei Rot- (a^*) und Gelbfärbung (b^*) als Kühe und Bullen. FRICKH et al. (2002) sowie RUIZ DE HUIDOBRO et al. (2003) berichteten jedoch bei eine Stunde p.m. bzw. 72 Stunden p.m. über signifikant höhere Rot- (a^*) und Gelbwerte (b^*) bei hellerem Fleisch für Jungfärsen gegenüber Jungbullen.

Für die Jungrinder bestand zwischen den Messzeiten 1 Stunde bis 14 Tage nach der Schlachtung kein deutlicher Unterschied in der Helligkeit (L^*). Jedoch wurden bei Messzeiten zwischen 3 und 14 Tagen p.m. extreme Mittelwerte von 24,7 (MAHER et al., 2004a) bzw. 48,2 (OZAWA et al.,

2000) beobachtet. Auffällig waren die hohen Helligkeitswerte (L^*) bei *FRICKH* und *SÖLKNER* (1997), die mit sehr niedrigen Werten für den Rotton (a^*) und Gelbton (b^*) verknüpft waren und möglicherweise auf die unmittelbar nach dem Anschnitt erfolgte Farbmessung zurückzuführen sind. Ebenfalls sehr hohe L^* -Werte, allerdings verbunden mit hohen Werten für Rotton (a^*) und Gelbton (b^*), ergaben sich bei *OZAWA et al.* (2000). Diese Ergebnisse aus Japan sind wahrscheinlich jedoch der besonderen Rasse Wagyu (Schwarzes Japanisches Rind) sowie dem spezifischen Fütterungsregime (75 % Kraftfutter, 25 % Heu) zuzuschreiben.

Auf der anderen Seite wurden für Jungbullen von *MAHER et al.* (2004c) sowie für Ochsen und Färsen von *MAHER et al.* (2004a) auffällig niedrige Helligkeitswerte (L^*) gemessen, die wiederum mit hohen Werten für Rotton (a^*) und Gelbton (b^*) verbunden waren. Während die niedrigen Werte, also das dunkle Fleisch, von Ochsen und Färsen teilweise mit dem höheren Alter dieser Tiere erklärt werden könnte, gibt es für die Werte der Jungbullen keine offensichtliche Erklärung.

In vier Arbeiten wurden die Farbmerkmale sowohl vor (≤ 48 h p.m.) als auch nach der Fleischreifung (≥ 7 d p.m.) untersucht. *MARIA et al.* (2003) beobachteten bei Tieren mit unterschiedlichen Transportzeiten nach der Reifung einen geringfügig niedrigeren bzw. höheren Helligkeitswert (L^*) sowie niedrigere Rot- (a^*) und Gelbwerte (b^*) als vor der Reifung. Demgegenüber fanden *REICHARDT et al.* (1997) bei Pinzgauer und Salers-Bullen einen leichten Anstieg, bei Galloway-Ochsen aber einen leichten Abfall für die Helligkeits- (L^*) und Gelbwerte (b^*), während die Rotwerte (a^*) durchweg leicht reduziert waren. Bei *ABRIL et al.* (2001) sanken bei Fleisch mit $\text{pH} < 6,1$ die Farbwerte nach der Reifung deutlich ab, während sie bei Fleisch mit $\text{pH} \geq 6,1$ nur sehr geringfügig abfielen bzw. beim Rotton (a^* -Wert) deutlich anstiegen. Einen sehr starken Abfall der Helligkeitswerte (L^*) und einen sehr starken Anstieg der Rot- (a^*) und Gelbwerte (b^*) beobachteten *MAHER et al.* (2004c). Insgesamt lässt sich aus diesen widersprüchlichen Ergebnissen keine generelle Schlussfolgerung über die Entwicklung der Farbmerkmale während der Reifung ziehen.

SZÜCS et al. (2001b) untersuchten bei Fleckvieh- und Holsteinrindern die Merkmale der Fleischfarbe in verschiedenen Altersstufen (183, 365, 540, 730 Tage). Die Helligkeitswerte (L^*) zwischen 183 und 730 Tagen gingen insgesamt zurück, das Fleisch wurde also dunkler. Diese Entwicklung verlief jedoch kurvenförmig mit einem kleinen Anstieg bis 365 Tage und einem anschließenden Abfall bis 730 Tage. Bei den Rotwerten (a^*) ergab sich ein kontinuierlicher Anstieg, d. h. das Fleisch der älteren Tiere zeigte ein intensiveres Rot. Die Gelbwerte (b^*) waren insgesamt sehr niedrig, und stiegen vom Alter 183 bis zum Alter 730 Tage ebenfalls kontinuierlich an.

Bei Weidekälbern fanden SCHNÄCKEL et al. (2000) für die Merkmale der Fleischfarbe keine signifikanten Unterschiede zwischen den Rassen. Auch bei Jungrindern ergaben sich in der Regel keine signifikanten Unterschiede zwischen Rassen oder Genotypen. Bei HOVING-BOLINK et al. (1999b) bestanden keine Unterschiede zwischen den Nachkommen von Piemontese- und Limousin-Bullen. SZÜCS et al. (2001b) berichteten von signifikanten Unterschieden lediglich im Gelbwert (b^*) zwischen Fleckvieh und Holstein. Bei REICHARDT et al. (1997) hatten Jungbullen der Rasse Salers sowohl 24 Stunden als auch 14 Tage p.m. deutlich helleres Fleisch (L^* -Wert) als Pinzgauer Jungbullen und Galloway-Ochsen. AUGUSTINI et al. (1998) fanden bei Pinzgauer Jungbullen 48 Stunden p.m. eine deutlich stärkere Rotfärbung (a^* -Wert) als bei Fleckvieh, Original-Braunvieh und Murnau-Werdenfelsern, während sonst kaum Unterschiede bestanden. Bei Hereford-Färsen beobachteten SCHNÄCKEL et al. (2000) einen signifikant höheren Gelbwert (b^*) als bei Angus und Limousin, während in den anderen Farbmerkmalen keine signifikanten Unterschiede vorhanden waren. FRICKH und SÖLKNER (1997) berichteten von einem signifikant niedrigeren Helligkeitswert (L^*) und einem signifikant höheren Rotwert (a^*) 4 Tage p.m. für Schwarzbunt gegenüber Fleckvieh und Fleckvieh x Limousin-Kreuzungen. OZAWA et al. (2000) fanden signifikant höhere Helligkeits- (L^*) und Gelbwerte (b^*) 7 Tage p.m. für eine von vier verschiedenen Linien des japanischen Schwarzen Wagyu-Rindes, die im Mittel ein deutlich höheres Alter aufwies. Die übrigen Linien unterschieden sich

in keinem der Farbmerkmale. Bei Jungochsen (*CHAMBAZ* et al., 2003) wurde 14 Tage p.m. für das Fleckvieh ein signifikant dunkleres Fleisch (L^* -Wert) als für Angus, Charolais und Limousin festgestellt, während diese Rassen untereinander und alle Rassen bei Rot- (a^*) und Gelbwert (b^*) nicht signifikant verschieden waren.

Der Unterschied zwischen Stall- und Weidehaltung führte bei den Farbmerkmalen (L^* , a^* , b^*) weder bei 24 bzw. 48 Stunden noch bei 7 Tagen p.m. zu signifikanten Effekten (*VARELA* et al., 2004; *MOLONEY* et al., 2004). Lediglich *REALINI* et al. (2004) fanden bei 24 Stunden p.m. für Weiderinder einen signifikant geringeren Helligkeitswert (L^*), also dunkleres Fleisch, als für Rinder, die mit Kraftfutter gemästet waren. Rot- (a^*) und Gelbwert (b^*) waren jedoch nicht verschieden.

Sowohl *KIM* et al. (2003) bei 24 Stunden p.m. als auch *KADIM* et al. (2004) bei 48 Stunden p.m. fanden signifikante Effekte der Jahreszeiten auf die Farbmerkmale. Unter gemäßigten Klimabedingungen war Fleisch von im Winter geschlachteten Rindern signifikant dunkler und hatte geringere Rot- (a^*) und Gelbwerte (b^*) als Fleisch von anderen Rindern (*KIM* et al., 2003). Bei subtropischem Klima war das Fleisch von Rindern, die in der heißen Jahreszeit geschlachtet wurden, signifikant dunkler und hatte geringere Rot- (a^*) und Gelbwerte (b^*) als von in der kühlen Jahreszeit geschlachteten Rindern (*KADIM* et al., 2004).

3.2.3 Scherkraft

Biochemische, enzymatische und strukturphysiologische Vorgänge führen post mortem in einem Reifungsprozess zu Veränderungen der Zartheit im Fleisch: Durch den Verbrauch der Glykogenreserven und die Freisetzung von Calcium-Ionen aus den intrazellulären Speichern entsteht in der ersten Reifephase bis ca. 36 Stunden p.m. der Rigor mortis, der Zustand der höchsten Zähigkeit im Muskel (*HAMM*, 1980). Danach führt die fortschreitende Proteolyse des myofibrillären Eiweißes (*PEARSON* und *YOUNG*, 1989) in der zweiten Reifephase bis 35 Tage p.m. (*LEE*, 1984; *AUGUSTINI* und *FREUDENREICH*, 1998) zu einer stetigen Verbesserung der Zartheit und damit zu einer Abnahme der Scherwerte. Diese Vorgänge sind in starkem Maße von den spezifischen Gegebenheiten des Tiermaterials, den Haltungs- und Fütterungsbedingungen, dem Schlachtprozess und den Lagerumständen abhängig. In der Regel ist jedoch bei zunehmender Lager- und Reifezeit mit einer Verbesserung der Zartheit bzw. einer Abnahme der maximalen Scherkraft zu rechnen (*LEE*, 1984; *AUGUSTINI* und *FREUDENREICH*, 1998). Entsprechend den zwei Phasen der Reifung wird die Zartheit von Rindfleisch häufig an zwei Zeitpunkten post mortem erfasst. Der erste Zeitpunkt liegt bei 24 oder 48 Stunden p.m. und soll den Scherwert nach dem Rigor mortis zum Zeitpunkt der Zerlegung des Schlachtkörpers dokumentieren. Der zweite Zeitpunkt liegt 14 Tage p.m., wenn die Reifung unter den üblichen Schlacht- und Lagerungsbedingungen weitgehend vorangeschritten und zu etwa 70 Prozent abgeschlossen ist (*AUGUSTINI* und *FREUDENREICH*, 1998).

Gutes Rind- und Kalbfleisch sollte einen Scherwert nach Warner-Bratzler von unter 10,0 kg nach 24 Stunden p.m. und unter 4,0 kg nach 14 Tagen p.m. aufweisen (*ENDER* und *AUGUSTINI*, 1998).

GOLZE und *KRÜGER* (2003) fanden bei Weidekälbern 48 Stunden p.m. Mittelwerte zwischen 6,0 und 7,9 kg und 16 Tage p.m. zwischen 3,5 und 5,2 kg (Tabelle 12), während bei Mastkälbern 3 Tage p.m. Werte zwischen 4,84 und 7,31 sowie 7 Tage p.m. zwischen 2,67 (*REVILLA* und *VIVAR-QUINTANA*, 2006) und 8,00 kg (*CERDEÑO* et al., 2006) gemessen

wurden. Bei Jungrindern lagen die Mittelwerte 24 Stunden p.m. zwischen 4,90 (SCHWARZ et al., 1998) und 9,20 kg (SHACKELFORD et al., 1991) und die Standardabweichungen zwischen 0,70 und 1,00 kg (SCHWARZ et al., 1998). Bei 48 Stunden p.m. schwankten die Mittelwerte zwischen 5,28 (LINK et al., 2003) und 12,90 (ROFFEIS, 1999) und die Standardabweichungen zwischen 0,82 (JOHNSTON et al., 2003b) und 2,75 kg (SOCHOR et al., 2005). Nach längerer Reife von 7 bis 8 Tagen p.m. ergaben sich Mittelwerte zwischen 3,85 (MOJTO et al., 2003) und 5,60 kg (CERDEÑO et al., 2006) und Standardabweichungen zwischen 1,04 und 1,25 kg (FIEMS et al., 2000). Bei vollständig ausgereiftem Fleisch 14 bis 17 Tage p.m. wurden Mittelwerte zwischen 2,96 (CHAMBAZ et al., 2003) und 9,82 (FIELD et al., 1997) sowie Standardabweichungen zwischen 0,55 (AUGUSTINI und TROEGER, 2001) und 2,19 kg (AUGUSTINI et al., 2000) gefunden.

Übereinstimmend mit der allgemeinen Erwartung der Verbesserung der Zartheit beobachteten GOLZE und KRÜGER (2003) bei Weidekälbern, REVILLA und VIVAR-QUINTANA (2006) bei Mastkälbern sowie SHACKELFORD et al. (1991), ROFFEIS (1999), BYRNE et al. (2002), LINK et al. (2003) und MAHER et al. (2004c) bei Jungrindern und Rindern eine deutliche Reduzierung der Scherkraftwerte, also zarteres Fleisch nach der Reifung zwischen 24 Stunden und 16 Tagen post mortem.

Sowohl zu Anfang wie gegen Ende der Reifung wiesen Weidekälber (GOLZE und KRÜGER, 2003) und Mastkälber (REVILLA und VIVAR-QUINTANA, 2006) ähnliche Scherwerte auf, beide lagen unter den entsprechenden Werten für Jungrinder und Rinder. REVILLA und VIVAR-QUINTANA, (2006) fanden außerdem sowohl 3 als auch 7 Tage p.m. niedrigere Scherwerte, also zarteres Fleisch bei männlichen gegenüber weiblichen Kälbern der Charolais- Kreuzungen, während bei Limousin-Kreuzungen nur ein geringer Unterschied zwischen männlichen und weiblichen Tieren bestand.

Während nach LINK et al. (2003) Färsen gegenüber Kühen und Bullen sowohl 48 Stunden als auch 16 Tage p.m. ein zarteres Fleisch lieferten, fanden AUGUSTINI et al. (1999) 14 Tage p.m. bei Jungbullen zarteres

Tabelle 12: Scherkraft

Messzeit	Material					\bar{Y}/LSM^*	s	n	Quelle
	Kategorie	Rasse	andere Faktoren	Muskel	Alter				
48 h p.m.	Weidekälber	DE - Deutsches Angus (DA) - DA x F ₁ (Fleckvieh x Schwarzbunt) - Limousin (LI) - LI x F ₁ (Fleckvieh x Schwarzbunt)			265 202 242 187	6,00 6,10 7,90 6,60			GOLZE und KRÜGER, 2003
16 d p.m.	Weidekälber	DE - Deutsches Angus (DA) - DA x F ₁ (Fleckvieh x Schwarzbunt) - Limousin (LI) - LI x F ₁ (Fleckvieh x Schwarzbunt)			265 202 242 187	3,50 4,20 5,20 4,20			GOLZE und KRÜGER, 2003
3 d p.m.	- Mastkälber	ES - Charolais x (Alistano Sanabresa x Schweizer Braunvieh) - Limousin x (Alistano Sanabresa x Schweizer Braunvieh)	- männlich - weiblich - männlich - weiblich	long. dorsi	251 239 251 196	4,84 6,48 7,17 7,31		8 8 8 8	REVILLA und VIVAR-QUINTANA, 2006
7 d p.m.	- Mastkälber	ES - Braunvieh	- natürliche Aufzucht - künstliche Aufzucht		270- 300	6,40 8,00	SE 1,50 1,10	6 6	CERDEÑO et al., 2006
7 d p.m.	- Mastkälber	ES - Charolais x (Alistano Sanabresa x Schweizer Braunvieh) - Limousin x (Alistano Sanabresa x Schweizer Braunvieh)	- männlich - weiblich - männlich - weiblich	long. dorsi	251 239 251 196	2,67 3,93 5,05 4,79		8 8 8 8	REVILLA und VIVAR-QUINTANA, 2006
24 h p.m.	- Jungfärsen	US - Angus x Herford - 5/8 Brahman		long.	456- 517	8,00 9,20		8 8	SHACKELFORD et al., 1991
24 h p.m.	- Jungfärsen	DE - Fleckvieh, Deutsches Angus x Fleckvieh	- Stallmast - Weidemast - Weide- u. Stallmast	long. dorsi (Hochrippe)	ca. 478 ca. 630 ca. 644	5,30 5,40 4,90	0,80 1,00 0,70	472 72 72	SCHWARZ et al., 1998
48 h p.m.	- Jungbullen - Jungbullen - Ochsen	DE - Hereford	Mastintensität: - intensiv - semi-intensiv - extensiv	long. dorsi	515 545 760	7,90 12,20 12,90			ROFFEIS, 1999
48 h p.m.	- Färsen	IE		long. dorsi		7,21	2,02	47	BYRNE et al., 2000

LSM*: LS-Mittelwert.

Tabelle 12: Scherkraft (Fortsetzung)

Messzeit	Material					\bar{Y}/LSM^*	s	n	Quelle
	Kategorie	Rasse	andere Faktoren	Muskel	Alter				
48 h p.m.	- Jungrinder	AU - nicht-tropische Rassen - tropische Rassen	- gekochtes Fleisch	long.	641 781	4,12 4,62	0,82 0,99	3322 3506	JOHNSTON et al., 2003b
48 h p.m.	- Bullen - Kühen - Färsen	DE - Deutsches Angus - Fleckvieh - Limousin		long.		6,03 5,51 5,31 5,28 6,14 5,44		23 21 12 25 19 12	LINK et al., 2003
48 h p.m.	- Jungbullen	IE - Charolais x (Limousin x Holstein), Charolais x (Fleckvieh x (Limousin x Holstein))	- Vater durchschnittlich bemuskelt - Vater gut bemuskelt	long. dorsi	450	8,24 8,62	1,78 1,74	14 16	MAHER et al., 2004c
48 h p.m.	- Jungbullen	CZ - Tschechisches Fleckvieh (CFV) - Charolais x CFV - Simmental x CFV - Blonde d' Aquitaine x CFV			505 548 645 683	8,76 8,56 11,21 12,13	2,34 2,03 2,34 2,75	12 21 11 7	SOCHOR et al., 2005
7 d p.m.		SK - Piemontese, Blonde d' Aquitaine, Limousin, Weiß-Blaue Belgier - Slowakisches Fleckvieh - Slowakische Pinzgauer - Holstein	- gekochtes Fleisch	long. dorsi (9. - 11. Rippe)		4,69 3,87 3,96 3,85			MOJTO et al., 2003
7 d p.m.	- Jungbullen	ES - Braunvieh	- künstliche Aufzucht		360-400	5,60	SE 1,10	6	CERDEÑO et al., 2006
8 d p.m.	- Bulle - Bulle	BE - Weiß-Blaue Belgier: Doppellender Nicht Doppellender	- gekochtes Fleisch	long. thoracis		4,85 4,25	1,25 1,04	433 202	FIEMS et al., 2000
14 d p.m.	- Jungfärsen	DE - Blonde d' Aquitaine x Braunvieh-Kreuzung	- Stallmast - Weidemast	long. dorsi	425 700	3,80 4,80		10 11	KÖGEL et al., 1989

Tabelle 12: Scherkraft (Fortsetzung)

Messzeit	Material					\bar{Y}/LSM^*	s	n	Quelle			
	Kategorie	Rasse	andere Faktoren	Muskel	Alter							
14 d p.m.	- Jungbullen	DE - Deutsches Angus - Fleckvieh		long. dorsi	515 444	3,69 4,59		16 23	KÖGEL et al., 1991			
14 d p.m.	- Jungfärsen	US - Angus x Herford - 5/8 Brahman		long.	456- 517-	4,50 5,40		8 8	SHACKELFORD et al., 1991			
14 d p.m.	- Jungbullen	DE - Braunvieh (BV) - Fleckvieh x BV - Blonde d'Aquitaine x BV - Limousin x BV - Piemontese x BV		long. dorsi	500	4,33		33	AUGUSTINI et al., 1992			
						4,13		34				
						4,29		35				
						4,04		38				
						4,18		37				
	-Jungfärsen	- Braunvieh (BV) - Fleckvieh x BV - Blonde d'Aquitaine x BV - Limousin x BV - Piemontese x BV	- Stallmast		456 443 429 468 476	4,40	11					
						3,30	11					
						3,80	11					
						4,20	12					
						3,70	10					
						- Braunvieh (BV) - Fleckvieh x BV - Blonde d'Aquitaine x BV - Limousin x BV - Piemontese x BV	- Weidemast			702 664 691 715 688	4,00	9
											3,70	9
											4,80	10
											3,80	12
5,50									10			
14 d p.m.	- Jungbullen	DE - Braunvieh und Kreuzungen		long. dorsi	470- 520	4,04	1,08	187	KÖGEL et al., 1993			
14 d p.m.	Jungochsen	US - Experiment 1: Kreuzungen zwischen Bos taurus bzw. Bos indicus-Vätern und Bos taurus- Kreuzungskühen	- gekochtes Fleisch	long. dorsi	340	4,10	1,10	16	SHACKELFORD et al., 1995			
		- Experiment 2: Kreuzungen zwischen Bos taurus bzw. Bos indicus-Vätern und Bos taurus- Kreuzungskühen	- gekochtes Fleisch	long. dorsi	340	5,10	1,30	49				

LSM*: LS-Mittelwert.

Tabelle 12: Scherkraft (Fortsetzung)

Messzeit	Material					\bar{Y}/LSM^*	s	n	Quelle
	Kategorie	Rasse	andere Faktoren	Muskel	Alter				
14 d p.m.	- Färsen	US - Angus x Gelbvieh	- Maturitätsklasse A - Maturitätsklasse C	Rippenstück	984 1016	9,02 9,82		31 16	FIELD et al., 1997
14 d p.m.	- Jungbullen	DE - Fleckvieh - Original-Braunvieh - Murnau-Werdenfelser - Pinzgauer		long. dorsi	500	6,22 5,99 6,39 4,72		24 20 26 27	AUGUSTINI et al., 1998
14 d p.m.	- Jungfärsen	DE - Fleckvieh	- gekochtes Fleisch Grassilage Heu Maissilage	long. dorsi	553 554 552	5,34 6,10 5,38		22 26 23	KÖGEL et al., 1998
14 d p.m.	- Jungbullen - Jungbullen - Ochsen	DE - Hereford	Mastintensität: - intensiv - semi-intensiv - extensiv	long. dorsi	515 545 760	6,30 5,90 5,40			ROFFEIS, 1999
14 d p.m.	- Jungbullen - Ochsen - Färsen	DE		long. dorsi		3,80 4,30 4,40		9 9 9	AUGUSTINI et al., 1999
14 d p.m.	- Jungbullen	DE - Fleckvieh - Vorderwälder		long. thoracis	519 497	5,30 5,26	2,19 0,86	14 16	AUGUSTINI et al., 2000
14 d p.m.	- Färsen	IE		long. dorsi		3,80	0,84	47	BYRNE et al., 2000
14 d p.m.	Jungbullen/ Bullen	DE - Aubrac - Aubrac x Shorthorn - Shorthorn - Shorthorn x Galloway / Highland - Galloway / Highland		long. dorsi	679 679 849-959	4,51 4,75 4,55 4,22 4,05	1,06 1,73 0,58 0,84 0,55	15 16 10 16 11	AUGUSTINI und TROEGER, 2001

LSM*: LS-Mittelwert.

Tabelle 12: Scherkraft (Fortsetzung)

Messzeit	Material					\bar{Y}/LSM^*	s	n	Quelle
	Kategorie	Rasse	andere Faktoren	Muskel	Alter				
14 d p.m.	Jungfärsen/ Färsen / Jungochsen/ Ochsen	DE - Aubrac - Aubrac x Shorthorn - Shorthorn - Shorthorn x Galloway / Highland - Galloway / Highland		long. dorsi	679 679 849-959	4,17 4,50 3,98 3,79 3,84	0,82 1,23 0,90 0,87 0,91	6 12 3 12 23	AUGUSTINI und TROEGER, 2001
14 d p.m.		US	- gekochtes Fleisch: 0 Schneidezähne 2 Schneidezähne 4 Schneidezähne 6 Schneidezähne 8 Schneidezähne	long. thoracis	ca. 182 ca. 547 ca. 912 ca. 1277 ca. 1642	3,51 3,57 3,40 3,30 3,45		40 40 40 40 40	LAWRENCE et al., 2001
14 d p.m.		US	- gekochtes Fleisch frisch - gekochtes Fleisch 17 d gefroren - Entnahmestellen: Medial Zentral Lateral	long.		4,37 3,83 3,84 4,34 4,11		24 24	TIMM et al., 2002
14 d p.m.	- Jungbullen	DE - Fleckvieh - Hinterwälder		long. thoracis	480 385	6,36 4,73	2,18 1,71	12 11	AUGUSTINI et al., 2003
14 d p.m.	-Jungochsen	CH - Angus - Simmental - Charolais - Limousin	- gekochtes Fleisch	long. dorsi	381 499 513 594	3,30 3,37 3,27 2,96		16 16 16 16	CHAMBAZ et al., 2003
14 d p.m.	- Jungbullen - Kühe	FR - Aubrac - Charolais - Limousin - Salers - Aubrac - Charolais - Limousin - Salers		long. thoracis	456 1400- 1765	5,60 5,40 6,00 5,90 6,80 5,50 5,80 5,80		84	DRANSFIELD et al., 2003

Tabelle 12: Scherkraft (Fortsetzung)

Messzeit	Material					\bar{Y}/LSM^*	s	n	Quelle
	Kategorie	Rasse	andere Faktoren	Muskel	Alter				
14 d p.m.	- Jungbullen	ES	- gekochtes Fleisch: Transport 30 Min. Transport 3 Std. Transport 6 Std.	long. thoracis	365	4,33 4,12 4,34	0,24 0,26 0,24	48	MARIA et al., 2003
14 d p.m.	- Jungbullen	IE - Charolais x (Limousin x Holstein), Charolais x (Fleckvieh x (Limousin x Holstein))	- Vater durchschnittlich bemuskelt - Vater gut bemuskelt	long. dorsi	450	5,87 6,03	1,35 1,60	14 16	MAHER et al., 2004c
16 d p.m.	- Bullen - Kühen - Färsen	DE - Deutsches Angus - Fleckvieh - Limousin		long.		4,23 4,00 3,73 3,53 4,41 4,01		23 21 12 25 19 12	LINK et al., 2003

LSM*: LS-Mittelwert.

Fleisch als bei Ochsen und Färsen, *ROFFEIS* (1999) beobachtete dagegen bei insgesamt höheren Werten zarteres Fleisch bei Ochsen als bei Jungbullen.

Bei *DRANSFIELD* et al. (2003) ergaben sich gegensätzliche Rangierungen für Jungbullen und Kühe bei verschiedenen französischen Fleischrassen.

Die Hypothese, dass ältere Tiere zäheres Fleisch aufweisen, konnte wegen der erwiesenen Wechselwirkungen vor allem mit dem Fettgehalt, aber auch mit Kategorie, Rasse, Haltungs- und Fütterungsverfahren experimentell kaum bestätigt werden (*ENDER* und *AUGUSTINI*, 1998). Auch die Ergebnisse von *LAWRENCE* et al. (2001) ergaben keine signifikanten Unterschiede zwischen den Scherkraftwerten verschiedener Altersklassen. Bei den meisten Studien waren die Alterseffekte mit anderen Faktoren vermengt.

Bei Vergleichen verschiedener Rassen wurden ebenfalls unterschiedliche Ergebnisse festgestellt. Bei Weidekälbern fanden *GOLZE* und *KRÜGER* (2003) sowohl 48 Stunden als auch 16 Tage p.m. höhere Scherkraftwerte, also weniger zartes Fleisch, für reinrassige Limousin als für Deutsches Angus und Kreuzungen. Bei Mastkälbern ergaben sich in ähnlicher Weise sowohl bei männlichen als auch bei weiblichen Tieren drei und sieben Tage p.m. deutlich höhere Scherkraftwerte für Limousin- als für Charolais-Kreuzungen (*REVILLA* und *VIVAR-QUINTANA*, 2006).

Bei Jungrindern und Rindern zeigten 5/8-Brahman- gegenüber Angus x Hereford-Jungfärsen sowohl 24 Stunden als auch 14 Tage p.m. signifikant höhere Scherwerte (*SHACKELFORD* et al., 1991), desgleichen tropische gegenüber nicht-tropischen Rassen 48 Stunden (*JOHNSTON* et al., 2003b) sowie *Bos indicus*- gegenüber *Bos taurus*-Jungochsen 14 Tage p.m.

(*SHACKELFORD* et al., 1995). Fleckvieh hatte im Mittel von Bullen, Färsen und Kühen sowohl 48 Stunden als auch 16 Tage p.m. signifikant höhere, Limousin nur geringfügig höhere Scherwerte als Deutsches Angus (*LINK* et al., 2003). Auch *KÖGEL* et al. (1991) fanden 14 Tage p.m. bei Jungbullen höhere Scherwerte, also weniger zartes Fleisch, für Fleckvieh als für Deutsches Angus. In ähnlicher Weise zeigten Fleckvieh, Original-Braunvieh und Murnau-Werdenfelser 14 Tage p.m. bei Jungbullen signifikant

höhere Scherwerte als Pinzgauer (*AUGUSTINI* et al., 1998). Jungbullen von Fleckvieh und Vorderwäldern waren nach *AUGUSTINI* et al. (2000) im Scherwert 14 Tage p.m. nicht signifikant verschieden, die Scherwerte von Jungbullen der Hinterwälder-Rasse waren jedoch deutlich, aber nicht signifikant niedriger als von Fleckvieh (*AUGUSTINI* et al., 2003). Für Braunvieh hatten *AUGUSTINI* et al. (1992) bei Jungbullen und Jungfärsen in Stall- und Weidemast 14 Tage p.m. etwas höhere, aber nicht signifikant verschiedene Scherwerte als für Braunvieh-Kreuzungen mit Fleischrindern beobachtet. *MOJTO* et al. (2003) berichteten jedoch über deutlich, statistisch aber ebenfalls nicht signifikant höhere Scherwerte 7 Tage p.m. für Fleischrassen (Piemontese, Blonde d'Aquitaine, Limousin und Blaue-Weiße Belgier) gegenüber Slowakischem Fleckvieh, Slowakischen Pinzgauern und Holstein. Ebenfalls deutlich höhere Scherkraftwerte fanden *SOCHOR* et al. (2005) 48 Stunden p.m. für Simmental- und Blonde d'Aquitaine-Kreuzungen mit Tschechischem Fleckvieh gegenüber reinem Tschechischen Fleckvieh und Charolais-Kreuzungen. Die kleinen Robustrassen Galloway und Highland sowie ihre Kreuzungen hatten sowohl bei Bullen als auch bei Färsen und Ochsen 14 Tage p.m. geringfügig zarteres Fleisch als Aubrac, Shorthorn und deren Kreuzungen, allerdings waren die Unterschiede nicht signifikant (*AUGUSTINI* und *TROEGER*, 2001). *DRANSFIELD* et al. (2003) fanden 14 Tage p.m. bei Jungbullen und Kühen ebenfalls keine signifikanten Unterschiede zwischen französischen Fleischrassen, allerdings ergaben sich für Aubrac-Kühe deutlich höhere Scherwerte als für Charolais, Limousin und Salers. Bei *CHAMBAZ* et al. (2003) ergaben sich für Jungochsen keine signifikanten Unterschiede im Scherwert 14 Tage p.m. zwischen Angus, Fleckvieh, Charolais und Limousin. Doppellender hatten bei Jungbullen der Weiß-Blauen Belgier 8 Tage p.m. signifikant höhere Scherwerte als Nicht-Doppellender (*FIEMS* et al., 2000). In ähnlicher Weise zeigten Nachkommen eines Charolais-Bullen mit guter Muskelfülle tendenziell, aber nicht signifikant, ebenfalls leicht höhere Scherwerte als Nachkommen eines Charolais-Bullen mit durchschnittlicher Muskelfülle (*MAHER* et al., 2004c).

Auch bei den Vergleichen von Rassen und Genotypen zeigte sich in diesen Ergebnissen die Schwierigkeit, die Unterschiede in der Zartheit des Fleisches unabhängig von den Wechselwirkungen mit anderen Einflussfaktoren eindeutig zuzuordnen.

Bei Haltungs- und Fütterungssystem sowie -intensität ergaben sich keine eindeutigen Rangierungen. Bei Mastkälbern beobachteten *CERDEÑO* et al. (2006) geringere Scherkraftwerte (7 Tage p.m.), also zarteres Fleisch bei natürlicher gegenüber künstlicher Aufzucht. *SCHWARZ* et al. (1998) fanden bei Jungfärsen 24 Stunden p.m. nicht-signifikant niedrigere Scherwerte bei einer Kombination von Weide- und Stallmast gegenüber reiner Stall- bzw. Weidemast. *KÖGEL* et al. (1989) hatten 14 Tage p.m. ebenfalls bei Jungfärsen deutlich niedrigere Scherwerte für Stallmast gegenüber Weidemast gefunden, während bei *AUGUSTINI* et al. (1992) die Unterschiede zwischen Stall- und Weidemast vom jeweiligen Genotyp abhängig waren. *ROFFEIS* (1999) beobachtete bei Hereford-Jungbullen und -ochsen mit zunehmender Mastintensität 48 Stunden p.m. höhere Scherwerte, 14 Tage p.m. jedoch niedrigere Scherwerte. Auch *KÖGEL* et al. (1998) berichteten von geringeren Scherwerten 14 Tage p.m. bei Fütterung von Gras- und Maissilage gegenüber der Fütterung mit Heu, allerdings ohne Signifikanz.

MARIA et al. (2003) untersuchten den Einfluss der Transportdauer auf den Scherwert bei Jungbullen 14 Tage p.m., fanden jedoch keine signifikanten Unterschiede zwischen den Transportzeiten von 30 Minuten und 3 bzw. 6 Stunden.

3.2.4 Intramuskulärer Fettgehalt

Aus eigenen Untersuchungen zum Zusammenhang zwischen intramuskulärem Fettgehalt im Fleisch und der sensorischen Bewertung insbesondere der Zartheit leiteten *TEMISAN* und *AUGUSTINI* (1989b) einen optimalen Bereich von 2,5 bis 4,5 % für den intramuskulären Fettgehalt ab.

SZÜCS et al. (2001b) fanden bei Kälbern Mittelwerte zwischen 0,2 und 0,6 Prozent (Tabelle 13). *REVILLA* und *VIVAR-QUINTANA* (2006) berichteten bei Mastkälbern Mittelwerte zwischen 1,5 und 2,5 % und Standardabweichungen zwischen 0,8 und 1,1 Prozent, während *CERDEÑO* et al. (2006) bei Mastkälbern deutlich höhere Mittelwerte zwischen 4,6 und 7,8 % beobachteten.

Bei Jungrindern und Rindern ergaben sich Mittelwerte zwischen 0,5 (*AUGUSTINI*, 2001) und 9,3 % (*CERDEÑO* et al., 2006) sowie Standardabweichungen zwischen 0,3 (*KÖGEL*, 1999; *AUGUSTINI* et al., 2000; *FIEMS* et al., 2000; *AUGUSTINI*, 2001) und 2,3 % (*SCHWARZ* et al., 1998; *AUGUSTINI* und *TROEGER*, 2001).

Männliche Mastkälber hatten einen etwas geringeren intramuskulären Fettgehalt als die weiblichen Tiere, der Unterschied war jedoch nicht signifikant (*REVILLA* und *VIVAR-QUINTANA*, 2006). In ähnlicher Weise ergab sich für Jungbullen ein geringerer intramuskulärer Fettgehalt als für Jungfärsen (*KÖGEL*, 1999; *AUGUSTINI* und *TROEGER*, 2001; *RUIZ DE HUIDOBRO* et al., 2003) ebenso wie für erwachsene Bullen gegenüber Färsen (*FRICKH* et al., 2002), allerdings nur signifikant bei *RUIZ DE HUIDOBRO* et al. (2003) bzw. *FRICKH* et al. (2002). Auf der anderen Seite fanden *HOVING-BOLINK* et al. (1999b) bei Piemontese-Kreuzungen keine unterschiedlichen, bei Limousin-Kreuzungen jedoch tendenziell, aber nicht signifikant höhere Mittelwerte für Jungbullen gegenüber älteren Färsen. Ochsen wiesen in Österreich bei Maissilage und bei extensiver Grassilage geringere intramuskuläre Fettgehalte auf als Färsen, bei hoher und niedriger Grassilagefütterung war es jedoch umgekehrt (*FRICKH* et al., 2002). Ebenso berichtete *ROFFEIS* (1999) von geringeren Fettgehaltswerten bei extensiv gemästeten Jungochsen gegenüber intensiv oder semi-intensiv

Tabelle 13: Intramuskulärer Fettgehalt

Kategorie	Material			\bar{Y}/LSM^*	s	n	Quelle
	Rasse	andere Faktoren	Alter				
- Kälber	DE	- männlich	183	0,2	SE 0,3	10	SZÜCS et al., 2001b
	- Deutsches Fleckvieh - Deutsches Holstein		183	0,6	0,3	9	
- Mastkälber	ES	- natürliche Aufzucht - künstliche Aufzucht	270-300	7,8	SE 1,6	6	CERDEÑO et al., 2006
	- Braunvieh			4,6	1,0	6	
- Mastkälber	ES	- männlich - weiblich - männlich - weiblich	251	2,2	0,9	8	REVILLA und VIVAR-QUINTANA, 2006
	- Charolais x (Alistano Sanabresa x Schweizer Braunvieh)		239	2,5	1,1	8	
	- Limousin x (Alistano Sanabresa x Schweizer Braunvieh)		251	1,5	1,0	8	
			196	2,2	0,8	8	
- Jungbullen - Jungochsen	US		395	2,0		8	SEIDEMANN, 1986
	- Angus, Hereford			2,9		8	
- Jungfärsen	DE	- Stallmast - Weidemast	ca. 425	2,1		10	KÖGEL et al., 1989
	- Blonde d' Aquitaine x Braunviehkreuzung		700	2,6		11	
- Jungbullen	DE		515	2,7		16	KÖGEL, 1991
	- Deutsches Angus - Fleckvieh		444	1,9		23	
- Jungbullen	DE		456-702	3,4		33	AUGUSTINI et al., 1992
	- Braunvieh (BV)		443-664	2,6		34	
	- Fleckvieh x BV		429-691	1,9		35	
	- Blonde d' Aquitaine x BV		468-715	2,4		38	
	- Limousin x BV		476-688	2,2		37	
- Jungbullen	DE			2,9		8	WARZECHA und REICHARDT, 1997
	- Fleckvieh Fleisch			3,2		8	
	- Salers			3,4		18	
	- Fleckvieh Fleisch x Schwarzbunt			3,1		9	
	- Salers x Schwarzbunt			4,5		10	
	- Deutsches Angus x Schwarzbunt			3,1		10	
	- Limousin x Montbeliarde			4,4		19	
	- Fleckvieh			3,0		24	
	- Montbeliarde			3,1		15	
	- Pinzgauer						

Tabelle 13: Intramuskulärer Fettgehalt (Fortsetzung)

Kategorie	Material			\bar{Y}/LSM^*	s	n	Quelle
	Rasse	andere Faktoren	Alter				
- Jungbullen	DE - Braunvieh und Kreuzungen		470-520	2,4	0,9	187	KÖGEL et al., 1993
- Jungbullen	DE - Fleckvieh - Pinzgauer - Original-Braunvieh - Murnau-Werdenfelser		500	2,0 2,5 2,0 1,9		24 27 20 26	AUGUSTINI et al., 1998
- Jungfärsen	DE - Fleckvieh - Deutsches Angus x Fleckvieh	- Stallmast - Weidemast - Weide- u. Stallmast - Stallmast - Weidemast - Weide- u. Stallmast	ca. 478 ca. 630 ca. 644 ca. 478 ca. 630 ca. 644	4,0 2,1 2,6 4,1 2,7 3,7	1,5 0,7 1,1 1,2 0,9 2,3	72 72 72 72 72 72	SCHWARZ et al., 1998
- Färsen	NL - Piemontese (PI) x Holstein (HF)	- Maissilage - Mischfutter - Anwelk-Grassilage	822 855 838	3,5 3,2 2,8	SE 0,2 0,2 0,2	75 64 71	HOVING-BOLINK et al., 1999a
- Jungbullen - Färsen	NL - Piemontese x (Piemontese x Holstein) - Limousin x (Piemontese x Holstein) - Piemontese x (Piemontese x Holstein) - Limousin x (Piemontese x Holstein)		561 563 851 840	1,6 2,6 1,6 2,2	SE 0,2 0,2 0,3 0,3	37 31 20 23	HOVING-BOLINK et al., 1999b
- Jungfärsen - Jungbullen - Jungfärsen	DE	- Stallmast - Weidemast	454 695 497 576	3,1 2,8 2,4 2,9	0,9 0,3	55 50 187 105	KÖGEL, 1999
- Jungbullen - Jungbullen - Jungochsen	DE - Hereford	Mastintensität: - intensiv - semi-intensiv - extensiv	515 545 760	3,2 1,5 0,9			ROFFEIS, 1999

LSM*: LS-Mittelwert.

Tabelle 13: Intramuskulärer Fettgehalt (Fortsetzung)

Material				\bar{Y}/LSM^*	s	n	Quelle
Kategorie	Rasse	andere Faktoren	Alter				
- Jungbullen - Jungbullen	DE - Fleckvieh - Vorderwälder		519 497	2,5 2,2	0,9 0,3	14 16	<i>AUGUSTINI et al., 2000</i>
- Bullen - Bullen	BE - Weiß-Blaue Belgier: Doppellender Nicht Doppellender			0,9 3,0	0,3 1,2	433 202	
- Jungbullen - Bullen - Bullen - Jungbullen	DE - Schwarzbunt - Fleckvieh	- hoch - mittel - niedrig - hoch - begrenzt	469 579 899 548 639	1,9 1,7 0,5 1,5 0,5	0,6 0,7 0,3 0,7 0,4	18 24 8 9 9	<i>AUGUSTINI, 2001</i>
- Jungbullen	DE - Aubrac - Aubrac x Shorthorn - Shorthorn - Shorthorn x Galloway/Highland - Galloway/Highland		679 679 849/959	1,3 1,4 3,0 1,9 2,2	0,5 0,5 1,6 0,8 0,7	15 16 10 16 11	
- Jungfärsen/ Jungochsen	- Aubrac - Aubrac x Shorthorn - Shorthorn - Shorthorn x Galloway/Highland - Galloway/Highland		679 679 849/959	3,6 3,5 3,8 5,2 4,4	1,2 1,5 2,3 1,5 1,6	6 12 3 12 23	
- Jungbullen	DE - Deutsches Fleckvieh - Deutsches Holstein		365 540 730 365 540 730	1,2 1,3 2,8 1,9 2,7 4,5	0,3 0,3 0,2 0,3 0,2 0,2	12 14 15 13 15 15	

LSM*: LS-Mittelwert.

Tabelle 13: Intramuskulärer Fettgehalt (Fortsetzung)

Kategorie	Material			\bar{Y}/LSM^*	s	n	Quelle
	Rasse	andere Faktoren	Alter				
- Färsen	AT	- Grassilage hoch niedrig extensiv		3,5 3,3 5,0		10 10 9	FRICKH et al., 2002
- Ochsen		hoch niedrig extensiv		3,7 4,0 3,7		9 9 10	
- Färsen		- Maissilage		5,1		7	
- Ochsen				3,0		7	
- Bullen				2,1		7	
- Jungbullen	DE - Fleckvieh - Hinterwälder		480 385	2,7 2,9	0,7 0,8	12 11	AUGUSTINI et al., 2003
-Jungochsen	CH - Angus - Simmental - Charolais - Limousin		381 499 513 594	3,2 3,3 3,3 3,3		16 16 16 16	
-Jungochsen	CZ - Holstein	- Stallmast, Laufstall	331	2,0	SE 0,9	26	CHLADEK und INGR, 2003
- Jungochsen	AU - nicht-tropische Rassen - tropische Rassen		630 766	4,6 2,8	2,2 1,4	3852 4002	REVERTER et al., 2003a
- Jungfärsen							
- Jungbullen	ES - Limousin x Avilena-Negra Ibérica, Charolais x Avilena-Negra Ibérica,		395-455	2,8	SE 0,3	8	RUIZ DE HUIDOBRO et al., 2003
- Jungfärsen	Braunvieh x Avilena-Negra Ibérica		305-365	3,9	0,3	9	
- Jungbullen	IE - Charolais x (Limousin x Holstein), Charolais x (Fleckvieh x (Limousin x Holstein))	- Vater durchschnittlich bemuskelt - Vater gut bemuskelt	450	1,0 1,1	0,8 0,7	14 16	MAHER et al., 2004c

LSM*: LS-Mittelwert.

Tabelle 13: Intramuskulärer Fettgehalt (Fortsetzung)

Kategorie	Material			\bar{Y}/LSM^*	s	n	Quelle
	Rasse	andere Faktoren	Alter				
- Jungbullen	IE - Holstein	- Stall - Weide	348	6,7 5,4		12 12	MOLONEY et al., 2004
- Jungbullen	DE - Fleckvieh	- Fütterung 100 Tage extensiv intensiv - Fütterung 138 Tage extensiv intensiv	545 545 575 575	1,7 2,3 1,6 2,8		18 18 17 18	SAMI et al., 2004
- Jungbullen	DE - Deutsches Holstein - Deutsches Fleckvieh	- Stall - Weide - Stall - Weide	594 732 496 680	2,7 2,3 2,6 1,5	SE 0,2 0,3 0,3 0,3	17 16 16 15	NUERNBERG et al., 2005
- Jungbullen	CZ - Tschechisches Fleckvieh (CFV) - Charolais x CFV - Simmental x CFV - Blonde d' Aquitaine x CFV		505 548 645 683	2,0 1,8 1,9 1,4	0,7 0,7 0,9 0,6	12 21 11 7	SOCHOR et al., 2005
- Jungbullen	ES - Braunvieh	- künstliche Aufzucht	360- 400	9,3	SE 2,9	6	CERDEÑO et al., 2006
- Jungbullen	HR - Kroatisches Fleckvieh		420	3,1	1,6	710	ŠTOKOVIĆ et al., 2007
- Jungbullen	ES - Parda de Montaña (Braunvieh)	- früh abgesetzt - traditionell abgesetzt	362 362	2,7 2,2	SE 0,3	7 8	BLANCO et al., 2008a
- Jungbullen	ES - Parda de Montaña (Braunvieh) - Pirenaica	- früh abgesetzt - traditionell abgesetzt	309 322 307 324	1,9 1,7 1,9 1,7	SE 0,5	14 14 14 14	BLANCO et al., 2008b
- Jungbullen	SK - Slowakisches Holstein - Slowakisches Fleckvieh	- Stall - Stall	455 470	2,2 2,4	0,6 0,6	18 12	POLAK et al., 2008

LSM*: LS-Mittelwert.

gemästeten Jungbullen der Rasse Hereford. Die Unterschiede zwischen den Rassen Deutsches Fleckvieh und Deutsches Holstein im intramuskulären Fettgehalt waren bei *SZÜCS* et al. (2001b) für die Kälber relativ gering, im Durchschnitt der Altersstufen bis zu zwei Jahren jedoch deutlich und signifikant. Bei Mastkälbern (*REVILLA* und *VIVAR-QUINTANA*, 2006) ergab sich ein leicht geringerer Fettgehalt bei Limousin- gegenüber Charolais-Nachkommen, der Unterschied war jedoch nicht signifikant. Bei Jungrindern fanden *AUGUSTINI*, (2001), *SZÜCS* et al. (2001b) sowie *NUERNBERG* et al. (2005) durchweg einen etwas geringeren, aber ebenfalls nicht signifikant verschiedenen intramuskulären Fettgehalt für Deutsches Fleckvieh gegenüber Deutschem Holstein, bei *POLAK* et al. (2008) zeigte sich jedoch ein etwas höherer Fettgehalt bei Slowakischem Fleckvieh gegenüber Holstein. In der Untersuchung von *AUGUSTINI* et al. (1998) ergab sich kein Unterschied von Fleckvieh zu Original-Braunvieh und Murnau-Werdenfelsern, Pinzgauer hatten jedoch einen etwas höheren intramuskulären Fettgehalt. In einer weiteren Analyse wurde ebenfalls ein höherer intramuskulärer Fettgehalt für Hinterwälder gegenüber Fleckvieh gefunden (*AUGUSTINI* et al., 2003), während Vorderwälder einen geringeren Wert als Fleckvieh aufwiesen (*AUGUSTINI* et al., 2000). Deutsche Fleckvieh-Jungbullen zeigten gegenüber Deutschem Angus einen geringeren intramuskulären Fettgehalt (*KÖGEL*, 1991) ebenso wie Fleckvieh-Jungfärsen gegenüber Kreuzungstieren Deutsches Angus x Fleckvieh sowohl bei Stallmast als auch bei Weide- und gemischter Mast (*SCHWARZ* et al., 1998). Während Fleckvieh-Jungbullen nur geringfügig niedrigere Fettgehaltswerte hatten als Kreuzungen Deutsches Angus x Schwarzbunt, wiesen Jungbullen der Rasse Fleckvieh Fleisch deutliche niedrigere Werte für den intramuskulären Fettgehalt auf und lagen sogar geringfügig unter den Werten von Fleckvieh Fleisch x Schwarzbunt, Salers x Schwarzbunt, Limousin x Montbeliarde und Montbeliarde (*WARZECHA* und *REICHARDT*, 1997). Tschechische Fleckvieh-Jungbullen zeigten dagegen deutlich höhere Fettgehaltswerte gegenüber Kreuzungen mit Blonde d'Aquitaine, während sich Charolais- und Fleisch-Simmental-Kreuzungen kaum vom Fleckvieh unterschieden (*SOCHOR* et al., 2005). *CHAMBAZ* et al. (2003)

untersuchten Jungochsen der Rassen Angus, Simmental, Charolais und Limousin bei angestrebt gleichem intramuskulärem Fettgehalt und fanden deshalb keine signifikanten Unterschiede zwischen diesen Rassen. Für Braunvieh-Jungbullen ergab sich ein signifikant höherer Fettgehaltswert als für Braunviehkreuzungen mit Fleckvieh, Limousin, Piemontese und Blonde d'Aquitaine (*AUGUSTINI* et al., 1992). Auch *BLANCO* et al. (2008b) fanden einen tendenziell höheren Fettgehaltswert bei Braunvieh- gegenüber Pirenaica-Jungbullen. Bei *HOVING-BOLINK* et al. (1999b) hatten Piemontese-Kreuzungen mit Holstein geringere Fettgehaltswerte als Limousin-Kreuzungen mit Holstein. Der Unterschied war jedoch nur bei männlichen Tieren signifikant. Unter den sogenannten standortgebundenen Rassen und ihren Kreuzungen (*AUGUSTINI* und *TROEGER*, 2001) wurden bei Jungbullen und Jungfärsen bzw. Jungochsen für Aubrac und Aubrac x Shorthorn geringere Fettgehaltswerte als für Shorthorn, Galloway / Highland und ihre Kreuzung festgestellt.

Auch wenn insgesamt nur wenige Autoren signifikante Unterschiede zwischen Rassen bzw. Kreuzungen gefunden haben, so wurde in der Tendenz doch die erwartete Reihenfolge im intramuskulären Fettgehalt mit höheren Werten für englische Mastrassen (Angus, Shorthorn, Hereford) und Milchrasen (Holstein), mittleren Werten für Zweinutzungsrasen (Pinzgauer, Fleckvieh, Braunvieh, Murnau-Werdenfelser, Montbeliarde) und niedrigeren Werten für Fleischerassen (Charolais, Limousin, Blonde d'Aquitaine, Piemontese) bestätigt.

Bei dem Haltungsverfahren Stallmast fanden *SCHWARZ* et al. (1998) und *KÖGEL*, (1999) bei Jungfärsen sowie *MOLONEY* et al. (2004) und *NUERNBERG* et al. (2005) bei Jungbullen von unterschiedlichen Rassen bzw. Kreuzungen höhere Fettgehaltswerte als für Weidemast, lediglich *KÖGEL* et al. (1989) berichteten bei Jungfärsen über höhere Fettgehaltswerte für die Weidemast; allerdings waren die Tiere bei Stallmast durchschnittlich nur 425 in Vergleich zu 700 Tagen alt. Jungfärsen zeigten bei gemischter Weide- und Stallmast mittlere Fettgehaltswerte (*SCHWARZ* et al., 1998).

In Hinblick auf die Fütterungssysteme fanden *HOVING-BOLINK* et al. (1999a) bei gleichaltrigen Färsen signifikant geringere Fettgehaltswerte für Anwelk-Grassilage gegenüber Maissilage und Mischfutter, während *FRICKH* et al. (2002) eine ähnliche Tendenz für Färsen feststellten. Wegen widersprüchlicher Zahlen und fehlender Altersangaben waren die Ergebnisse dieser Autoren jedoch schwer zu interpretieren. *ROFFEIS* (1999) bei Jungbullen bzw. Jungochsen, *AUGUSTINI* (2001) bei Jungbullen bzw. Bullen sowie *SAMI* et al. (2004) bei Jungbullen fanden mit höherer Mast- und Fütterungsintensität höhere Fettgehaltswerte als bei mittleren und niedrigeren Intensitäten. Ebenso beobachteten *BLANCO* et al. (2008a und b) bei Jungbullen der Rassen Braunvieh und Pirenaica höhere Fettgehaltswerte für früh abgesetzte gegenüber traditionell abgesetzten Tieren.

3.2.5 Sichtbarer Fettanteil (Videobildanalyse)

Da systematische Unterschiede zwischen eingefärbten und ungefärbten Fleischproben vorhanden sein können, wurden die Ergebnisse nach diesen beiden Methoden getrennt in den Tabellen 14a und 14b aufgeführt. Ein grober Vergleich zwischen den Werten in den beiden Tabellen ließ zunächst jedoch auf keine großen Unterschiede schließen.

Bei den Ergebnissen von *ALBRECHT* et al. (1996), *ALBRECHT* et al. (1997) und *YANG* et al. (2006), die Mittelwerte zwischen 0,1 und 9,0 % sowie Standardabweichungen zwischen 0,2 und 2,2 % fanden, fielen zunächst jedoch vor allem Unterschiede zwischen den Altersstufen und den Rassen ins Auge. Der mittlere sichtbare Fettanteil von ca. 1 % von Kälbern im Alter von zwei Monaten stieg kontinuierlich auf ca. 6 % für Jungbullen im Alter von 2 Jahren an. Die Mittelwerte für die Rassen entwickelten sich etwas unterschiedlich bis zum Alter von zwei Jahren, bei dem die Jungbullen der Rassen Galloway und Schwarzbunt mit 9,0 bzw. 8,1 % signifikant die höchsten, Deutsches Angus mit 6,1 % mittlere und Weiß-Blaue Belgier mit 1,4 % deutlich die niedrigsten Werte aufwiesen (*ALBRECHT* et al., 1997). *TÖZSER* et al. (2003) fanden bei Jungbullen in etwas geringerem Alter jedoch mit 1,3 bzw. 0,4 % deutlich niedrigere Werte für Ungarisches Grauvieh bzw. ungarisches Holstein-Friesian, während *YANG* et al. (2006) bei Jungbullen von Kreuzungen der Rassen Charolais und Holstein in ähnlichem Alter über einen mittleren sichtbaren Fettanteil von 6,3 % berichteten.

Die Ergebnisse bei ungefärbten Fleischproben (Tabelle 14b) variierten beim mittleren sichtbaren Fettanteil zwischen 2,1 (*NEWMAN*, 1984) und 34,9 % (*KUCHIDA* et al., 2000) und bei der Standardabweichung zwischen 0,1 (*FRICKH* und *RÖMER-KOLBE*, 2006) und 8,1 % (*KUCHIDA* et al., 2000). Wenn die extremen Ergebnisse von *KUCHIDA* et al. (1992) und *KUCHIDA* et al. (2000) mit dem besonders stark marmorierten Schwarzen Japanischen Rind (SJR) ausgenommen werden, zeigen die Mittelwerte für die ungefärbten Proben (Tab. 14b) ähnliche Größenordnungen wie für die gefärbten Proben (Tab. 14a). Für die Kategorien der Jungochsen und

Tabelle 14a: Sichtbarer Fettanteil (SFA) bei gefärbten Proben

Material				\bar{Y}/LSM^*	s	n	Quelle
Kategorie	Rasse	andere Faktoren	Alter				
- Kälber	DE						
	- Deutsches Angus		60	1,2			ALBRECHT et al., 1997
	- Galloway		60	1,0			
	- Schwarzbunt		60	0,7			
	- Weiß-Blaue Belgier		60	0,1			
	- Deutsches Angus		120	2,9			
	- Galloway		120	1,8			
	- Schwarzbunt		120	0,9			
	- Weiß-Blaue Belgier		120	0,1			
	- Deutsches Angus		180	1,6			
	- Galloway		180	2,0			
	- Schwarzbunt		180	2,7			
	- Weiß-Blaue Belgier		180	0,2			
- Jungbullen	DE						
	- Deutsches Angus		365	3,2	0,7	9	ALBRECHT et al., 1996
	- Galloway		365	3,5	1,5	10	
	- Schwarzbunt		365	3,9	1,0	9	
	- Weiß-Blaue Belgier		365	0,6	0,2	9	
- Jungbullen	DE						
	- Deutsches Angus		730	6,1			ALBRECHT et al., 1997
	- Galloway		730	9,0			
	- Schwarzbunt		730	8,1			
	- Weiß-Blaue Belgier		730	1,4			
- Jungbullen	HU						
	- Ungarisches Grauvieh		522	1,3		10	TÖZSER et al., 2003
	- Holstein Friesian		474	0,4		10	
- Jungbullen	DE						
	- F ₂ Charolais x Holstein		548	6,3	2,2	51	YANG et al., 2006

LSM*: LS-Mittelwert.

Tabelle 14b: Sichtbarer Fettanteil (SFA) bei ungefärbten Proben

Material				\bar{Y}/LSM^*	s	n	Quelle
Kategorie	Rasse	andere Faktoren	Alter				
- Rinder	GB			2,1	1,3		NEWMAN, 1984
- Ochsen	JP - Holstein	- Schlachtgewicht 500 636 773		4,7 9,5 11,0	SE 1,1	20 18 20	ISHII et al., 1992
- Ochsen - Ochsen	JP - Schwarzes Japanisches Rind (SJR) - Japanisches Shorthorn			7,9 5,2	0,3 0,2	244 350	KUCHIDA et al., 1992
- Rinder	US			5,3	3,0	60	GERRARD et al., 1996
- Bullen	US			5,8	0,7	40	SCHUTTE et al., 1998
- Rinder	JP - Schwarzes Japanisches Rind (SJR) - Angus - SJR x exotische Rasse - Schwarzes Japanisches Rind (SJR)	- Versuchsstation A - Versuchsstation B		19,0 34,9	5,7 8,1	35 6 23 94	KUCHIDA et al., 2000
- Jungbullen	AT		465	2,8	1,4	428	FRICKH, 2001a
- Jungbullen - Jungbullen	AT - Fleckvieh - Pinzgauer		422-485 422-485	3,1 3,0	1,4	35 33	FRICKH, 2001c
- Jungochsen	AT - Tiroler Grauvieh - Tiroler Grauvieh - Fleckvieh - Fleckvieh - Tiroler Grauvieh - Tiroler Grauvieh		689 728 680 725 738 793	5,4 6,0 4,5 4,1 5,4 8,8	2,8	9 8 9 9 9 8	FRICKH, 2003
- Ochsen							
- Jungbullen - Jungfärsen	AT		523 509	3,4 4,2	1,9	45 30	FRICKH, 2004
- Jungbullen - Jungfärsen	AT - Fleckvieh (FV), Limousin x FV, Charolais x FV		528-585 498-555	2,3 3,1	0,1 0,1	60 60	FRICKH und RÖMER-KOLBE, 2006
- Jungbullen	SK - Slowakisches Holstein - Slowakisches Fleckvieh		455 470	2,4 2,6	1,4 1,7	18 12	POLAK et al., 2008

Ochsen ergaben sich höhere Werte im mittleren sichtbaren Fettanteil (*ISHII* et al., 1992; *KUCHIDA* et al., 1992; *FRICKH*, 2003) als für Jungbullen und Jungfärsen (*SCHUTTE* et al., 1998; *FRICKH*, 2001a und b; *FRICKH*, 2004; *FRICKH* und *RÖMER-KOLBE*, 2006; *POLAK* et al., 2008).

3.3 Beziehungen zwischen den Merkmalen

3.3.1 Beziehungen zwischen den Merkmalen der Fleischleistung

Phänotypische Korrelationen zwischen Merkmalen der Mastleistung und des Schlachtertrags (Tab. 15) wurden für Weidekälber nur von *ROFFEIS* et al. (2001) und für Milchkälber von *KLONT* et al. (1999) geschätzt. *ROFFEIS* et al. (2001) stützten sich auf Daten von über 7000 und *KLONT* et al. (1999) von 1764 Tieren. Alle anderen Arbeiten bezogen sich auf Merkmale von Jungrindern. Bei *ROFFEIS* et al. (2001) ergaben sich geringe signifikante Korrelationen von Lebendgewicht zu Lebenstagszunahme und Nettozunahme. Auch bei Jungrindern fanden *SOCHOR* et al. (2005) sehr niedrige Korrelationen zwischen diesen Merkmalen, während *AASS* (1996) eine sehr hohe Korrelation von Lebendgewicht zu Lebenstagszunahme und *CHLADEK* und *INGR* (2003) von Lebendgewicht zu Nettozunahme beobachteten. Diese hohen Schätzwerte für die Korrelation beruhten jedoch sicher überwiegend darauf, dass sowohl *AASS* (1996) als auch *CHLADEK* und *INGR* (2003) jeweils Tiere von einer Rasse benutzten, die unter den gleichen Fütterungs- und Haltungsbedingungen bis zum einem einheitlichen Schlachtag gemästet waren, so dass die Variation des Lebendgewichts auch die Variation der Zunahmen wesentlich bestimmte. Die Schätzwerte für die Korrelation zwischen Lebendgewicht und Schlachtkörpergewicht waren übereinstimmend sehr hoch (*ROFFEIS* et al., 2001; *CHLADEK* und *INGR*, 2003; *SOCHOR* et al., 2005).

Die Korrelationen zwischen Lebendgewicht einerseits und Fleischigkeits- bzw. Fettgewebeklasse andererseits waren gering (*ROFFEIS* et al., 2001; *AASS*, 1996) und zwischen Lebendgewicht und Fleischigkeitsklasse bei *AASS* (1996) nur aufgrund der zum EUROP-System gegenläufigen norwegischen Bewertungsskala negativ. Die Korrelation zwischen Lebenstagszunahme und Nettozunahme lag für Weidekälber bei $r_p = 0,97$ (*ROFFEIS* et al., 2001), auch *FRICKH* (2001b) fand bei Jungrindern hierfür mit $r_p = 0,74$ eine hohe Korrelation. Die Werte für die Korrelationen zwischen Lebenstagszunahme und Schlachtkörpergewicht waren nicht

Tabelle 15: Phänotypische Korrelationen (r_p) zwischen den Merkmalen der Fleischleistung

Merkmale	Lebenstags- zunahme	Schl.körper- gewicht	Netto- zunahme	Fleisch.- klasse	Fettgewebe- klasse	Quelle
Lebendgewicht	0,24 ^x 0,87	0,79 ^x 0,98 ^x 0,97 ^x	0,15 ^x 0,88 ^x 0,00	0,18 (-) 0,26	0,15 0,14	ROFFEIS et al., 2001 AASS, 1996 CHLADEK und INGR, 2003 SOCHOR et al., 2005
Lebenstags- zunahme		0,44 ^x	0,97 ^x 0,74	0,31 (-) 0,22 0,45	0,08 0,13 0,27	ROFFEIS et al., 2001 AASS, 1996 FRICKH, 2001b
Schlachtkörper- gewicht			0,48 ^x	(-) 0,67 0,45 ^x	0,42 0,06	KLONT et al., 1999 ROFFEIS et al., 2001
Nettozunahme				0,38 0,52	0,03 0,33	ROFFEIS et al., 2001 FRICKH, 2001b
Fleischigkeits- klasse					(-) 0,40 - 0,06 (-) 0,01 0,32	KLONT et al., 1999 ROFFEIS et al., 2001 AASS, 1996 FRICKH, 2001b

^x) $r_p \neq 0$ signifikant mit $P < 0,05$

(-) negativ angegeben, wegen gegenläufiger Bewertung jedoch positiv

ganz so hoch, aber ebenfalls signifikant (*ROFFEIS* et al., 2001). Für die Korrelation zwischen Lebenstagszunahme und Fleischigkeitsklasse waren die Schätzwerte in mittlerer Höhe und positiv und lagen bei allen Autoren in ungefähr ähnlicher Größenordnung (*ROFFEIS* et al., 2001; *AASS*, 1996; *FRICKH*, 2001b). Das Minuszeichen bei *AASS* (1996) war wiederum auf das gegenläufige norwegische Bewertungssystem zurückzuführen. Die also insgesamt positive Korrelation bedeutet, dass mit höherer Zunahme- und Wachstumsleistung höherwertige Schlachtkörper erzeugt werden. Zwischen Lebenstagszunahme und Fettgewebeklasse bestand nur eine geringe Korrelation (*ROFFEIS* et al., 2001; *AASS*, 1996), einen etwas höheren Wert beobachtete jedoch *FRICKH* (2001b).

Zwischen Schlachtkörpergewicht und Nettozunahme schätzten *ROFFEIS* et al. (2001) eine signifikante hohe Korrelation. Auch zur Fleischigkeitsklasse ergab sich bei *ROFFEIS* et al. (2001) ebenso eine deutliche positive Korrelation wie unter Berücksichtigung des gegenläufigen Bewertungssystems in den Niederlanden bei *KLONT* et al. (1999).

Zwischen Schlachtkörpergewicht und Fettgewebeklasse fanden *ROFFEIS* et al. (2001) bei Weidekälbern mit $r_p = 0,06$ einen Schätzwert um Null, *KLONT* et al. (1999) beobachteten bei Milchkälbern jedoch mit $r_p = 0,42$ eine deutlich positive Korrelation. Die Nettozunahme war mit der Fleischigkeitsklasse in erheblichem Maße positiv korreliert (*ROFFEIS* et al., 2001; *FRICKH*, 2001b). Diese Korrelationswerte waren höher als für die Lebenstagszunahme und bestärken damit den positiven Zusammenhang zwischen Wachstumsleistung und Handelsklasse, und damit auch dem Schlachtertrag. Zwischen Nettozunahme und Fettgewebeklasse ergab sich bei *ROFFEIS* et al. (2001) keine, bei *FRICKH* (2001b) eine mittlere Korrelation. Für die Korrelation zwischen Fleischigkeits- und Fettgewebeklasse zeigten sich Werte um Null bei *AASS* (1996) und *ROFFEIS* et al. (2001), aber ein mittlerer positiver Wert bei *KLONT* et al. (1999) und *FRICKH* (2001b). Nach der Systematik der Handelsklasseneinteilung konnte erwartet werden, dass die Korrelation zwischen Fleischigkeits- und Fettgewebeklasse im negativen Bereich bzw. um Null liegt. Insofern waren die Schätzwerte von *AASS* (1996) und von *ROFFEIS* et al. (2001), der auf

über 7000 Tieren beruht, plausibel, die positiven mittleren Schätzwerte von *KLONT* et al. (1999) und *FRICKH* (2001b) waren jedoch etwas unerklärlich. Als Fazit ergaben sich aus der angeführten Literatur für die Korrelationen zwischen den Merkmalen der Mastleistung mittlere bis hohe Korrelationen, zwischen Mastleistungsmerkmalen und Fleischigkeitsklasse geringe bis mittlere Korrelationen und zwischen Mastleistungsmerkmalen und Fettgewebeklasse geringe Korrelationen.

3.3.2 Beziehungen zwischen den Merkmalen der Fleischleistung und der Fleischqualität

Die phänotypischen Korrelationen zwischen den Merkmalen der Mastleistung und des Schlachtertrags einerseits und den Fleischqualitätsmerkmalen andererseits (Tab. 16) lagen überwiegend im niedrigen Bereich. Die Korrelationen zwischen den Merkmalen der Mastleistung und des Schlachtertrags und dem pH-Wert waren dabei überwiegend schwach negativ, lediglich bei Milchkälbern ergab sich unter den Bedingungen einer stärkeren Ausmästung ein etwas höherer positiver Wert von $r_p = 0,34$ zwischen Fleischigkeitsklasse und pH-Wert (*KLONT* et al., 1999) und bei Jungbullen zwischen Nettozunahme und pH-Wert eine Korrelation von $r_p = 0,22$ (*SOCHOR* et al., 2005). Diese Autoren beobachteten auch zwischen Schlachtkörpergewicht und pH-Wert mit $r_p = -0,52$ eine signifikante und stark negative Korrelation. Mit Ausnahme dieser wenigen angeführten Schätzwerte erscheint der pH-Wert damit weitgehend unabhängig von diesen Merkmalen.

Der Helligkeitswert (L^* -Wert) der Fleischfarbe zeigte ebenfalls überwiegend schwach negative Korrelationen zu den Merkmalen der Mastleistung und des Schlachtertrags. Lediglich *REVERTER* et al. (2003b) fanden mit $r_p = 0,42$ eine hohe positive Korrelation zwischen Schlachtkörpergewicht und Fleischhelligkeit. Für die Korrelationen zum Rotton (a^* -Wert) wurden geringe bis mittlere positive Werte geschätzt (*FRICKH*, 2001b; *PAGE* et al., 2001). Offenbar ist die Intensität des Rottons (a^*) bei intensiverer

Tabelle 16: Phänotypische Korrelationen (r_p) zwischen den Merkmalen der Fleischleistung und der Fleischqualität

Merkmale	pH-Wert	L*-Wert	Farbe		WBS	IMF	Quelle
			a*-Wert	b*-Wert			
Lebenstags- zunahme	– 0,03						ALPS und MATZKE, 1985
	– 0,18				0,18		AUGUSTINI und TEMISAN, 1988
	– 0,08 ^b	– 0,11	0,22		– 0,06 ¹		FRICKH, 2001b
	0,12				– 0,50 ^x		SOCHOR et al., 2005
Schlachtkörper- gewicht	– 0,33						KLONT et al., 1999
	– 0,05	– 0,03					BUSS et al., 1987
	– 0,03						ALPS und MATZKE, 1985
					– 0,02		WULF et al., 1996
	– 0,04	– 0,06	0,06	0,06			PAGE et al., 2001
					0,12	0,26	FERNANDES et al., 2002
		0,42			– 0,11	– 0,19	REVERTER et al., 2003b
	– 0,52 ^x				0,36 ^{1x}		SOCHOR et al., 2005
Netto- zunahme	– 0,03						ALPS und MATZKE, 1985
	– 0,05	– 0,03					BUSS et al., 1987
	0,10	– 0,05			– 0,09	0,07	KÖGEL et al., 1993
	– 0,11 ^a	– 0,16	0,26	0,02	0,04 ¹	0,01	FRICKH, 2001b
	0,22				– 0,54 ^x		SOCHOR et al., 2005
Fleischigkeits- klasse	– 0,34 ²						KLONT et al., 1999
	– 0,21				– 0,30		AUGUSTINI und TEMISAN, 1988
	– 0,28 ^a	– 0,21	0,25	– 0,04	0,03 ¹	0,13	FRICKH, 2001b
	0,09	0,02			– 0,05	– 0,18	KÖGEL et al., 1993
Fettgewebe- klasse	– 0,12						KLONT et al., 1999
	– 0,11	– 0,19	0,26	– 0,05	0,03 ¹	0,03	FRICKH, 2001b

^x) $r_p \neq 0$ signifikant mit $P < 0,05$ ^a) pH-Wert_{24h p.m.} ^b) pH-Wert_{96h p.m.}

¹) gekocht / gegrillt

²) positiv angegeben, wegen gegenläufiger Bewertung negativ

Die Korrelationen der Merkmale der Mastleistung und des Schlachtertrags zum Warner-Bratzler-Scherwert (WBS) und zum intramuskulären Fettgehalt (IMF) lagen im niedrigen bis höheren Bereich und schwankten zwischen $r_p = -0,54$ und $r_p = 0,36$ (SOCHOR et al., 2005) bzw. $r_p = -0,19$ (REVERTER et al., 2003b) und $r_p = 0,26$ (FERNANDES et al., 2002). Auffallend waren die extremen Werte zwischen den Mast- und Schlachtmerkmalen und dem Warner-Bratzler-Scherwert bei SOCHOR et al. (2005). Möglicherweise benutzten diese Autoren eine abgewandelte Methode zur Bestimmung des Scherkraftwertes. Im Übrigen war die Schwankungsbreite bei den Korrelationen sicher auch auf die unterschiedlichen Mast- und Schlachtbedingungen der verschiedenen Untersuchungen zurückzuführen.

3.3.3 Beziehungen zwischen den Merkmalen der Fleischqualität

Zwischen pH-Wert und allen Farbmerkmalen wurden deutlich negative phänotypische Korrelationen gefunden (Tabelle 17). Sie lagen für die Beziehung des pH-Wertes zur Farbhelligkeit (L^* -Wert) in einem Bereich von $r_p = -0,05$ (FRICKH, 2001b) bis $r_p = -0,57$ (WULF und WISE, 1999), zum Rotton (a^* -Wert) von $r_p = -0,08$ (FRICKH und SÖLKNER, 1997) bis $r_p = -0,79$ (WULF und WISE, 1999) und zum Gelbton (b^* -Wert) von $r_p = -0,01$ (FRICKH, 2001b) bis $r_p = -0,78$ (WULF und WISE, 1999). Bemerkenswert war, dass die Korrelationen zwischen pH-Wert und den drei Farbmerkmalen innerhalb aller Untersuchungen jeweils ein ähnliches Niveau hatten. So lagen die Schätzungen von KÖGEL et al. (1993), WULF und WISE (1999) und PAGE et al. (2001) durchweg auf hohem, von AASS (1996) auf mittlerem und von (FRICKH und SÖLKNER, 1997) sowie FRICKH (2001b) auf niedrigem Niveau. Eine Erklärung für diese Niveauunterschiede konnte jedoch nicht gefunden werden.

Insgesamt wurde deutlich, dass der pH-Wert und die Farbwerte negativ miteinander korrelieren, d.h. mit höherem pH-Wert nahmen die Helligkeit des Fleisches und die Sättigung des Rot- und des Gelbttons ab. In der Mehrzahl der Untersuchungen lag die Höhe der Korrelationen zwischen $r_p = -0,40$ und $r_p = -0,79$ und war damit ziemlich eng.

Für den Zusammenhang zwischen Farbhelligkeit (L^* -Wert) und Rotton (a^* -Wert) ergaben sich wiederum sehr unterschiedliche Korrelationen. KÖGEL et al. (1998), WULF und WISE (1999) sowie PAGE et al. (2001) fanden hohe positive Korrelationen. Bei FRICKH und SÖLKNER (1997) und FRICKH (2001b) ergaben sich dagegen mittlere negative Korrelationswerte, während AASS (1996) und REVERTER et al. (2003b) niedrige positive Korrelationen schätzten. Ursachen für diese unterschiedlichen Ergebnisse waren nicht offensichtlich.

Im Gegensatz zur Korrelation mit dem Rotton waren die Ergebnisse für die Korrelation zwischen Farbhelligkeit (L^* -Wert) und Gelbton (b^* -Wert) einheitlich und ergaben hohe positive Werte, lediglich FRICKH (2001b)

Tabelle 17: Phänotypische Korrelationen (r_p) zwischen pH-Wert und den Farbmerkmalen

Merkmale	Farbe			Quelle
	L*-Wert	a*-Wert	b*-Wert	
pH-Wert	- 0,51	- 0,35	- 0,40	KÖGEL et al., 1993
	- 0,17	- 0,29	- 0,36	AASS, 1996
	- 0,20	- 0,08	- 0,22	FRICKH und SÖLKNER, 1997
	- 0,57 ^x	- 0,79 ^x	- 0,78 ^x	WULF und WISE, 1999
	- 0,05	- 0,13	- 0,01	FRICKH, 2001b
	- 0,40	- 0,58	- 0,56	PAGE et al., 2001
Helligkeit (L*-Wert)			0,30	KÖGEL et al., 1993
		0,13	0,44	AASS, 1996
		- 0,32	0,27	FRICKH und SÖLKNER, 1997
		0,49	0,60	KÖGEL et al., 1998
		0,76 ^x	0,83 ^x	WULF und WISE, 1999
		0,53	0,70	PAGE et al., 2001
		- 0,29	- 0,03	FRICKH, 2001b
		0,24		REVERTER et al., 2003b
Rotton (a*-Wert)			0,77	KÖGEL et al., 1993
			0,88	AASS, 1996
			0,55	FRICKH und SÖLKNER, 1997
			0,84	KÖGEL et al., 1998
			0,97 ^x	WULF und WISE, 1999
			0,36	FRICKH, 2001b
			0,95	PAGE et al., 2001

^x) $r_p \neq 0$ signifikant mit $P < 0,05$

berichtete von einem Wert um Null. Demnach war die Sättigung des Gelbttons (b^* -Wert) erhöht, wenn die Farbhelligkeit (L^* -Wert) höher war. Die Korrelation zwischen Rotton (a^* -Wert) und Gelbton (b^* -Wert) war nach allen Quellen hoch positiv. Wiederum bei *KÖGEL* et al. (1998), *WULF* und *WISE* (1999) und *PAGE* et al. (2001) ergaben sich mit $r_p = 0,84$ bzw. $r_p = 0,97$ und $r_p = 0,95$ sehr hohe Werte. Lediglich *FRICKH* (2001b) berichtete mit $r_p = 0,36$ einen weniger hohen Schätzwert für diese Korrelation. Offensichtlich ist also die Sättigung des Rottons (a^* -Wert) eng mit der Sättigung des Gelbttons (b^* -Wert) verbunden.

Die phänotypischen Korrelationen zwischen Scherkraftwert, intramuskulärem Fettgehalt und anderen Fleischqualitätsmerkmalen variierten in erheblichem Masse zwischen den Autoren, was angesichts der zwangsläufig unterschiedlichen Bedingungen zwischen den Untersuchungen bei der Empfindlichkeit von Fleischproben auch zu erwarten war.

Die Schätzwerte für die Korrelation zwischen Scherkraftwert und pH-Wert (Tab. 18) waren positiv und lagen im unteren Bereich, wobei *KÖGEL* et al. (1993) und *EILERS* et al. (1996) mit Werten von etwas über $r_p = 0,20$ übereinstimmten, während *FRICKH* (2001b) einen niedrigen Wert von $r_p = 0,02$ fand. Offenbar war im Allgemeinen bei höherem pH-Wert eine höhere Scherkraft notwendig, das Fleisch also etwas weniger zart.

Lediglich *SOCHOR* et al. (2005) schätzten mit $r_p = -0,51$ einen signifikanten stark negativen Wert für diese Korrelation. Dies könnte ebenfalls mit ihrer speziellen Methode zur Messung der Scherkraft zusammenhängen.

Die Korrelationen zwischen der Scherkraft und den Farbmerkmalen waren fast durchweg negativ und von geringer bis mittlerer Höhe. Die Korrelation zur Fleischhelligkeit (L^* -Wert) lag etwa bei $r_p = -0,20$ mit leichten Abweichungen nach unten mit $r_p = -0,06$ (*FRICKH* und *SÖLKNER*, 1997) und nach oben mit $r_p = -0,32$ (*KÖGEL* et al., 1998). Für die Korrelation zum Rotton (a^* -Wert) fanden *KÖGEL* et al. (1993) und *FRICKH* und *SÖLKNER* (1997) mittlere negative Werte um $r_p = -0,30$, *FRICKH* (2001b) mit $r_p = 0,13$ jedoch einen niedrigen positiven Schätzwert. Zwischen Scherkraft und Gelbton (b^* -Wert) stimmten die Schätzwerte zwischen $r_p = -0,40$ und

Tabelle 18: Phänotypische Korrelationen (rp) zwischen Scherkraft (WBS), intramuskulärem Fettgehalt (IMF) und anderen Fleischqualitätsmerkmalen

Merkmale	pH-Wert	L*-Wert	Farbe a*-Wert	b*-Wert	WBS	Quelle
Scherkraft (WBS)	0,24 ¹ 0,22 ¹	- 0,17 ¹ - 0,06 ³ - 0,32 ¹	- 0,29 ¹ - 0,27 ³	- 0,40 ³ - 0,37 ¹	0,06 ²	KÖGEL et al., 1993 EILERS et al., 1996 FRICKH und SÖLKNER, 1997 KÖGEL et al., 1998 FRICKH, 2001b REVERTER et al., 2003b SOCHOR et al., 2005
	0,02 ¹ - 0,51 ^{1x}	- 0,17 ¹ - 0,18 ¹	0,13 ¹	- 0,15 ¹		
Intramuskulärer Fettgehalt (IMF)	- 0,17				- 0,45 ^{1x} - 0,23 ³ - 0,27 ¹	PURCHAS et al., 1974 SEIDEMAN et al., 1987 GREGORY et al., 1994 SHACKELFORD et al., 1994
	- 0,12		0,19 0,29	0,16	- 0,25 ¹	AASS, 1996 AUGUSTINI et al., 1998
	- 0,04	0,32			0,13 ¹	BAUD et al., 1998 KÖGEL et al., 1998 SILVA et al., 1999
	- 0,04	- 0,12	0,12	0,06	0,27 ² 0,02 ¹ 0,08 ³ - 0,21 ^{1x} - 0,11 ¹	FRICKH, 2001b FRICKH, 2001b FERNANDES et al., 2002 MILLER et al., 2002 REVERTER et al., 2003b
		0,06				

^x) $r_p \neq 0$ signifikant mit $P < 0,05$ ¹) gekocht/gegrillt ²) roh ³) ohne Angabe

$r_p = -0,15$ von *FRICKH* und *SÖLKNER* (1997), *KÖGEL* et al. (1998) bzw. *FRICKH* (2001b) weitgehend überein. Insgesamt war also ein höherer Scherkraftwert, und damit ein zäheres Fleisch, mit einer niedrigeren Farbhelligkeit (L^* -Wert), einer niedrigeren Sättigung des Rottons (a^* -Wert) und einer deutlich niedrigeren Sättigung des Gelbttons (b^* -Wert) verbunden.

Lediglich *FRICKH* (2001b) untersuchte die Korrelation zwischen Scherkraftwerten von gegrillten und rohen Fleischproben derselben Tiere und fand bei einem Wert von $r_p = 0,06$ keinen Zusammenhang zwischen den beiden Merkmalsmessungen. Messungen an rohem Fleisch konnten demnach keine Information über die Ergebnisse von Messungen an gegrilltem Fleisch geben.

Die Korrelation zwischen dem intramuskulären Fettgehalt (IMF) und dem pH-Wert waren mit Werten zwischen $r_p = -0,04$ (*BAUD* et al., 1998; *FRICKH*, 2001b) und $r_p = -0,17$ (*PURCHAS* et al., 1994) schwach negativ. Offenbar bestand kein oder nur ein geringer negativer Zusammenhang zwischen dem Fettgehalt und dem pH-Wert des Muskels.

Die Korrelationen zu den Farbmerkmalen schwankten erheblich. Bei der Farbhelligkeit (L^* -Wert) waren die Schätzwerte $r_p = -0,12$ (*FRICKH*, 2001b), $r_p = 0,06$ (*REVERTER* et al., 1996) und $r_p = 0,32$ (*KÖGEL* et al., 1998). Für die Korrelationen zwischen intramuskulärem Fettgehalt und Rotton (a^* -Wert) ergaben sich niedrige positive Schätzwerte von $r_p = 0,12$ (*FRICKH*, 2001b) bis $r_p = 0,29$ (*AUGUSTINI* et al., 1998). Für den Gelbton (b^* -Wert) wurden etwas niedrigere positive Korrelationen von $r_p = 0,16$ (*AASS*, 1996) und $r_p = 0,06$ (*FRICKH*, 2001b) geschätzt. Während sich im Mittel für die Farbhelligkeit bei aller Unterschiedlichkeit der einzelnen Schätzwerte damit nur ein geringer Zusammenhang zum intramuskulären Fettgehalt ergab, zeigte sich für den Rotton (a^* -Wert) ein deutlicher und für den Gelbton (b^* -Wert) ein schwacher positiver Zusammenhang. Mit höherem intramuskulärem Fettgehalt zeigten sich also auch bei Rotton (a^* -Wert) und Gelbton (b^* -Wert) höhere Sättigungswerte.

Für die Korrelation zwischen intramuskulärem Fettgehalt und dem Scherkraftwert gekocht bzw. gegrillt gab es bei gekochten bzw. gegrillten Proben eine ganze Reihe von Schätzwerten, die sich zwischen $r_p = -0,45$ (SEIDEMAN et al., 1987) und $r_p = 0,13$ (SILVA et al., 1999) bewegten. Die Mehrzahl der Schätzwerte lag im mittleren negativen Bereich, d.h. je höher der intramuskuläre Fettgehalt war, desto zarter war das Fleisch. Für den Scherkraftwert roh schätzte FRICKH (2001b) eine Korrelation von $r_p = 0,27$, also einen mittleren positiven Wert. Das bedeutete also: Je höher der intramuskuläre Fettgehalt, desto höher der Scherkraftwert und desto zäher das Fleisch. Damit erscheint der Zusammenhang zwischen intramuskulärem Fettgehalt und dem Scherkraftwert bei rohem Fleisch genau umgekehrt wie bei gegrilltem bzw. gekochtem Fleisch.

Für die phänotypischen Korrelationen zwischen sichtbarem Fettanteil und den Fleischqualitätsmerkmalen (Tabelle 19) variierten die Schätzwerte zwischen $r_p = 0,67$ und $r_p = -0,55$. Der Großteil diese Variation war jedoch auf die relativ kleinen Stichproben der verschiedenen Rassen bei DASIEWICZ et al. (2003) zurückzuführen. Die Gesamtauswertungen von FRICKH (2001b) und DASIEWICZ et al. (2003) ergaben Schätzwerte, die nur wenig von Null abwichen. Offenbar ist der Zusammenhang zwischen dem sichtbaren Fettanteil und den Fleischqualitätsmerkmalen pH-Wert, Farbmerkmale und Warner-Bratzler-Scherwert gering, ähnlich wie der Zusammenhang zwischen dem intramuskulären Fettgehalt und den Fleischqualitätsmerkmalen (Tab. 18).

Es ist von vorneherein zu erwarten, dass zwischen dem mit der Videobildanalyse erfassten sichtbaren Fettanteil (SFA) und dem intramuskulären Fettgehalt (IMF) aus der chemischen Analyse eine deutliche positive Korrelation besteht, da korrespondierende Merkmale am Musculus longissimus dorsi gemessen werden. Die Ergebnisse aus der Literatur (Tab. 20) bestätigten diese Erwartung auch. Bei gefärbten Proben fanden ALBRECHT et al. (1996) und YANG et al. (2006) mit Werten von $r_p = 0,82$ bzw. $r_p = 0,70$ hohe Korrelationen. Für nicht gefärbte Proben ergaben sich bei CROSS et al. (1983), NEWMAN (1984), KUCHIDA et al. (2000), DASIEWICZ et al. (2003), PIPEK et al. (2004) und POLAK et al. (2008)

Tabelle 19: Phänotypische Korrelationen (r_p) zwischen sichtbarem Fettanteil (SFA) und Fleischqualitätsmerkmalen

Material	pH-Wert	L*-Wert	Farbe a*-Wert	b*-Wert	WBS	Quelle
- Fleckvieh	- 0,04 ^a	- 0,12	0,12	0,06	0,02 ¹ 0,27 ²	FRICKH, 2001b
- Charolais	0,32 ^x	0,04 ^x	0,36 ^x	0,67 ^x	- 0,15 ¹	DASIEWICZ et al., 2003
- Limousin	- 0,07	- 0,24	0,14	0,06	- 0,02 ¹	
- Holstein x Piemontese	0,24	- 0,55 ^x	0,43 ^x	- 0,16	- 0,38 ^{1x}	
- Hereford	0,05	0,26	- 0,56 ^x	- 0,27	- 0,03 ¹	
- Angus	- 0,04	- 0,07	0,01	0,08	0,01 ¹	
- Gesamt	0,03	- 0,18	- 0,03	- 0,07	- 0,14 ¹	

^x) $r_p \neq 0$ signifikant mit $P < 0,05$

^a) pH-Wert _{24h p.m.} ¹) gekocht/gegrillt ²) roh ³) ohne Angabe

teilweise sogar sehr hohe Korrelationen von bis zu $r_p = 0,99$. Allerdings berichteten *ISHII* et al. (1992) bei Holstein und *POLAK* et al. (2008) bei slowakischem Holstein von deutlich geringeren Werten ($r_p = 0,34$ bzw. $r_p = 0,36$). Die Gründe für diese unterschiedlichen Ergebnisse liegen jedoch vermutlich nicht vorwiegend in der spezifischen Rasse, sondern eher in unterschiedlichen methodischen Vorgehensweisen und spezifischen Versuchsbedingungen.

Tabelle 20: Phänotypische Korrelationen (r_p) zwischen sichtbarem Fettanteil (SFA) und intramuskulärem Fettgehalt (IMF)

Sichtbarer Fettanteil (SFA)	r_p	Rasse	Quelle
Proben gefärbt	0,82	- Deutsches Angus, Galloway, Schwarzbunt, Weiß-Blaue Belgier	ALBRECHT et al., 1996
	0,70 ^x	- F ₂ Charolais x Holstein	YANG et al., 2006
Proben nicht gefärbt	0,90		CROSS et al., 1983
	0,96		NEWMAN, 1984
	0,34 ^x	- Holstein	ISHII et al., 1992
	0,49		SCHUTTE et al., 1998
	0,97	- Schwarzes Japanisches Rind (SJR), Angus, SJR x exotische Rasse	KUCHIDA et al., 2000
	0,71 ^x	- Charolais	DASIEWICZ et al., 2003
	0,73 ^x	- Limousin	
	0,85 ^x	- Holstein x Piemontese	
	0,55 ^x	- Hereford	
	0,82 ^x	- Angus	
	0,70 ^x	- Gesamt	PIPEK et al., 2004
	0,99 ^x	- Tschechisches Fleckvieh	
	0,36	- Slowakisches Holstein	
	0,65 ^x	- Slowakisches Fleckvieh	POLAK et al., 2008

^x) $r_p \neq 0$ signifikant mit $P < 0,05$

3.4 Anforderungen an Qualitätsfleisch

Das Prädikat Qualitätsfleisch bezeichnet nach *TEMISAN* und *AUGUSTINI* (1989a) ein Fleisch, das sich durch besondere, wertbestimmende Eigenschaften von üblichen Marktangeboten abhebt. Qualität ist die Summe aller Qualitätsfaktoren (*HOFMANN*, 1974), zu denen neben den sensorischen auch die ernährungsphysiologischen, technologischen und hygienischen Eigenschaften sowie die Anforderungen an die Produktionsqualität (Prozessqualität) gehören (*HOFMANN*, 1998). Nach der alten Definition von *HAMMOND* (1955) ist Qualität, was die Öffentlichkeit bevorzugt, und wofür die Verbraucher bereit sind, überdurchschnittliche Preise zu bezahlen. Deshalb sollen hier nur die sensorischen Eigenschaften berücksichtigt werden, die unmittelbar mit dem Produkt Rindfleisch verbunden sind und die vom Verbraucher beim Einkauf und Verzehr festgestellt werden können. Für die Mehrzahl der Verbraucher soll Qualitätsrindfleisch gut schmecken, zart sein und wenig Fett aufweisen (*TEMISAN* und *AUGUSTINI*, 1987). Dementsprechend soll Qualitätsfleisch

- von relativ jungen Tieren stammen,
 - ernährungsphysiologisch reif sein,
 - eine intensiv kirschrote Farbe haben,
 - eine optimale Marmorierung aufweisen bzw. mit feinen Fettadern durchzogen sein und
 - eine hervorragende Eßqualität besitzen
- (*TEMISAN* und *AUGUSTINI*, 1987).

Aus diesen Anforderungen an die Fleischbeschaffenheit haben *TEMISAN* und *AUGUSTINI* (1987) nachprüfbare Richtwerte für Qualitätsrindfleisch ausgearbeitet und zusammengestellt (Tab. 21).

Tabelle 21: Anforderungen für Qualitätsrindfleisch
(*TEMISAN* und *AUGUSTINI*, 1987)

Merkmal	Maßeinheit	Wert
End-pH-Wert	-log(H ⁺)	5,4 – 5,8
Farbhelligkeit	L*-Wert	34 – 40
WB-Scherwert 14 d p.m. gegrillt	kg/cm ²	≤ 3,8
Intramuskulärer Fettgehalt	%	2,5 – 4,5

Diese Werte waren die Grundlage für die Richtwerte der Centralen Marketing Agentur der Deutschen Agrarwirtschaft (CMA) für die Fleischqualität beim Rind (*CMA*, 1996; *AUGUSTINI*, 1999). Dort wurden zusätzlich noch Richtwerte für die Schlachtkörperqualität beim Rind festgelegt (Tab. 22).

Tabelle 22: Richtwerte für Qualitätsrindfleisch - Schlachtkörperqualität

Kategorie	Alter (Monate)	Schlachtkörper- gewicht (kg)	Handelsklasse	
			Fleischigkeits- klasse (EUROP)	Fettgewebe- klasse (1-5)
Jungbulle	max. 18	300 – 380	E, U, R	2 + 3
Ochse	max. 24	280 – 360	E, U, R	2 – 4
Färse	max. 24	260 – 320	E, U, R	2 – 4

Später wurden diese Anforderungen von mehreren Autoren in unterschiedlicher Weise zusammengestellt (*TEMISAN* und *AUGUSTINI*, 1989a; *STÖCKLING*, 1990; *GROSSE* und *PAPSTEIN*, 1991; *ENDER, B.*, 1995; *ENDER*, 1995; *AUGUSTINI*, 1999; *ROFFEIS*, 1999; *AUGUSTINI*, 2000; *AUGUSTINI*, 2001; *FRICKH*, 2001a; *FRICKH*, 2001b; *GOLZE* und *AUGUSTINI*, 2001). Bei *ENDER, B.* (1995) war zusätzlich noch ein Richtwert für die Warner-Bratzler-Scherkraft roh 24 Stunden p.m. von $WBS_{24h\ p.m.} < 10$ kg angegeben. Eine weitere Spezifizierung für die Fleischfarbe wurde von *FRICKH* (2001a) mit einem Richtwert für den Rotton (a*-Wert) von $a^* \geq 10$ aufgeführt.

Für die Qualität von Kalbfleisch gaben *ENDER* und *AUGUSTINI* (1998) spezifische Richtwerte an (Tab. 23). Beim Vergleich zwischen den Anforderungen für Rindfleisch (Tab. 21) und für Kalbfleisch (Tab. 23) zeigt sich der Hauptunterschied im Richtwert für die Farbhelligkeit (L^* -Wert) des Fleisches. Bei Kalbfleisch, das ja hell sein soll, werden im Unterschied zu Rindfleisch Werte gefordert, die den Richtwert von $L^* = 40$ mindestens erreichen oder übersteigen.

Tabelle 23: Anforderungen an die Produkteigenschaften von Kalbfleisch (M. long.) (*ENDER* und *AUGUSTINI*, 1998)

Merkmal		Maßeinheit	Wert
pH-Wert	36 h p.m.	$-\log(H^+)$	$\leq 5,7$
Farbhelligkeit	36 h p.m.	L^* -Wert	≥ 40
WB-Scherwert	14 d p.m.	kg/cm ²	≤ 4

4 Material und Methoden

4.1 Versuchsaufbau und Herkunft des Tiermaterials

Zur Gewinnung der Daten und Proben wurden in Zusammenarbeit mit der Erzeugergemeinschaft „Prignitzer Weiderind“ und dem brandenburgischen Landesamt für Verbraucherschutz, Landwirtschaft und Flurneuordnung ca. 430 Weidekälber aus einem Qualitätsfleischprogramm ausgewählt und nach der Schlachtung am Zerlegetag auf Schlachtmerkmale untersucht (Tab. 24). Gleichzeitig wurden Fleischproben zur eingehenden Analyse der Fleischqualität genommen. Da die beteiligten Mutterkuhhaltungsbetriebe aufgrund der wechselnden Marktsituation die Tiere in sehr unterschiedlichen Perioden zur Schlachtung gaben, konnten die Proben trotz des sehr flexiblen Probenerfassungssystems nur über einen längeren Zeitraum (April 1998 - Juli 2000) gewonnen werden. Die Gruppengröße je Schlachttag betrug zwischen 17 und 35 Weidekälber.

Die Tiere wurden in der Region Prignitz nord-östlich der Elbe in Mutterkuhherden nach ökologischen Gesichtspunkten entsprechend der EU-Öko-Verordnung für tierische Produktion (EWG) Nr. 2092/91 (*HENNING und SLOMKE*, 1999) aufgezogen und gehalten. Die Verordnung verbietet den prophylaktischen Medikamenteneinsatz, schreibt die Verwendung von Futtermitteln aus dem ökologischen Anbau vor und enthält strenge Vorschriften für systematische Eingriffe am Tier. Die Prignitz ist geprägt durch Auenlandschaften und bietet damit gute natürliche Bedingungen für die extensive Weidehaltung.

Die Kälber wurden in Mutterkuhhaltung aufgezogen und erhielten in der Regel außer der Muttermilch Weidegras, im Winter Silage und bei Bedarf Kraftfutter. Sie wurden bei einem Gewicht zwischen 230 und 290 kg im Alter von 6 bis 10 Monaten geschlachtet.

Von den ursprünglich 434 erfassten Weidekälbern wurden 276 Tiere mit vollständigen Informationen (Material I) ausgewählt (Tabelle 25). Diese

stammten aus 11 Betrieben und teilten sich in 167 männliche und 109 weibliche Kälber auf.

Tabelle 24: Verteilung der Erfassungstermine

Erfassungstermine	Weidekälber (n)
02.04.1998	27
28.05.1998	27
25.06.1998	23
13.08.1998	35
28.10.1998	17
17.12.1998	29
04.02.1999	28
10.06.1999	26
09.09.1999	30
09.02.2000	34
30.03.2000	32
12.07.2000	26
Summe (n)	434

Die Tiere gehörten zu insgesamt 47 Genotypen mit teilweise sehr niedriger Frequenz. Um eine sinnvolle Auswertung zu ermöglichen, wurden daraus 8 Genotypgruppen gebildet. Die väterlichen Genotypen sind dabei immer zu erst genannt. Die reinen Rassen Fleckvieh (FV) und Salers (SA) sowie die Kreuzungen Salers x Fleckvieh (SA*FV) wurden auf Grund der Gruppengröße so belassen. Um die Vielzahl der weiteren Kreuzungen zu bewältigen, wurden die einzelnen Rinderrassen ihrer Nutzungsrichtung und ihrer Herkunft entsprechend in drei Rassengruppen eingeteilt. Als Fleischrassen (**F**) wurden die Rassen Charolais (CH), Fleckvieh (FV), Limousin (LI) und Uckermärker (UM) bezeichnet, als Milchrassen (**M**) die Rassen Schwarzbunt (SB) und Rotbunt (RB) sowie als Mastrassen (**MA**) die Rassen Aberdeen Angus (AA), Deutsches Angus (DA), Hereford (HE) und Lincoln Red (LR). Die Kälber wurden dementsprechend also in die 8 folgenden Genotypgruppen aufgeteilt: Reines Fleckvieh (FV), reine Salers

(SA), ihre Kreuzung (SAxFV), Kreuzungen von Salers mit Fleischrassen und ihren Kreuzungen (SAxF), Kreuzungen von Salers mit Milchrassen und ihren Kreuzungen (SAxM), Kreuzungen der Fleischrassen untereinander (FxF), Kreuzungen von Fleisch- mit Milchrassen und ihren Kreuzungen (FxM) sowie Kreuzungen von Mastrassen mit Milchrassen und ihren Kreuzungen (MAxM). Ziel dieser Gruppierung war es, Genotypen mit erwartet ähnlichen Eigenschaften und Ergebnissen zusammenzufassen.

Tabelle 25: Tiermaterial für die Schlacht- und Fleischqualitätsmerkmale (Material I)

Genotypgruppe		Geschlecht			Genotyp Kalb	Häufigkeit (n)	Prozent (%)
		m.	w.	Summe			
FV	Fleckvieh	17	11	28	FV	28	10,1
SA	Salers	21	2	23	SA	23	8,3
SAxFV	Salers x Fleckvieh	13	14	27	SA*FV	27	9,8
SAxF	Kreuzungen von Salers mit Fleischrassen und ihren Kreuzungen	16	12	28	SA*CH	2	0,7
					SA*UM	11	4,0
					SA*(SA*FV)	1	0,4
					SA*(FV*SA)	2	0,7
					LI*(SA*FV)	2	0,7
					LI*(FV*SA)	4	1,5
					UM*(FV*SA)	1	0,4
					CH*SA	2	0,7
					FV*SA	3	1,1
SAxM	Kreuzungen von Salers mit Milchrassen und ihren Kreuzungen	23	16	39	SA*SB	1	0,4
					SA*(CH*SB)	8	2,9
					SA*(FV*SB)	2	0,7
					SA*(LI*SB)	8	2,9
					SA*(UM*SB)	10	3,6
					SA*(SA*SB)	10	3,6
FxF	Kreuzungen von Fleischrassen untereinander	20	16	36	CH	1	0,4
					CH*FV	4	1,5
					CH*UM	18	6,5
					LI*FV	8	2,9
					UM*FV	2	0,8
					FV*LI	3	1,1
FxM	Kreuzungen von Fleisch- mit Milchrassen und ihren Kreuzungen	35	25	60	LI*(CH*SB)	5	1,8
					LI*(FV*SB)	2	0,7
					LI*(LI*SB)	11	4,0
					LI*(LI*RB)	1	0,4
					LI*(UM*SB)	10	3,6
					LI*(SA*SB)	13	4,7
					CH*(LI*SB)	9	3,3
					CH*(SA*SB)	7	2,5
					UM*(LI*SB)	1	0,4
					FV*SB	1	0,4
MAxM	Kreuzungen von Mast- mit Milchrassen und ihren Kreuzungen	22	13	35	AA*(SA*SB)	16	5,8
					AA*(AA*(AA*SB))	1	0,4
					DA*AA	1	0,4
					DA*FV	1	0,4
					DA*(SA*SB)	1	0,4
					DA*(CH*SB)	1	0,4
					DA*(FV*DA)	1	0,4
					HE	2	0,7
					HE*(SA*SB)	6	2,2
					LR*FV	1	0,4
					LR*(SA*SB)	2	0,7
					FV*AA	1	0,4
					FV*(AA*(SA*SB))	1	0,4
					Material I		167

In Abbildung 4 sind die Genotypgruppen anteilmäßig dargestellt. Die Gruppenanteile liegen zwischen 8 und 21 Prozent und damit in einer vergleichbaren Größenordnung.

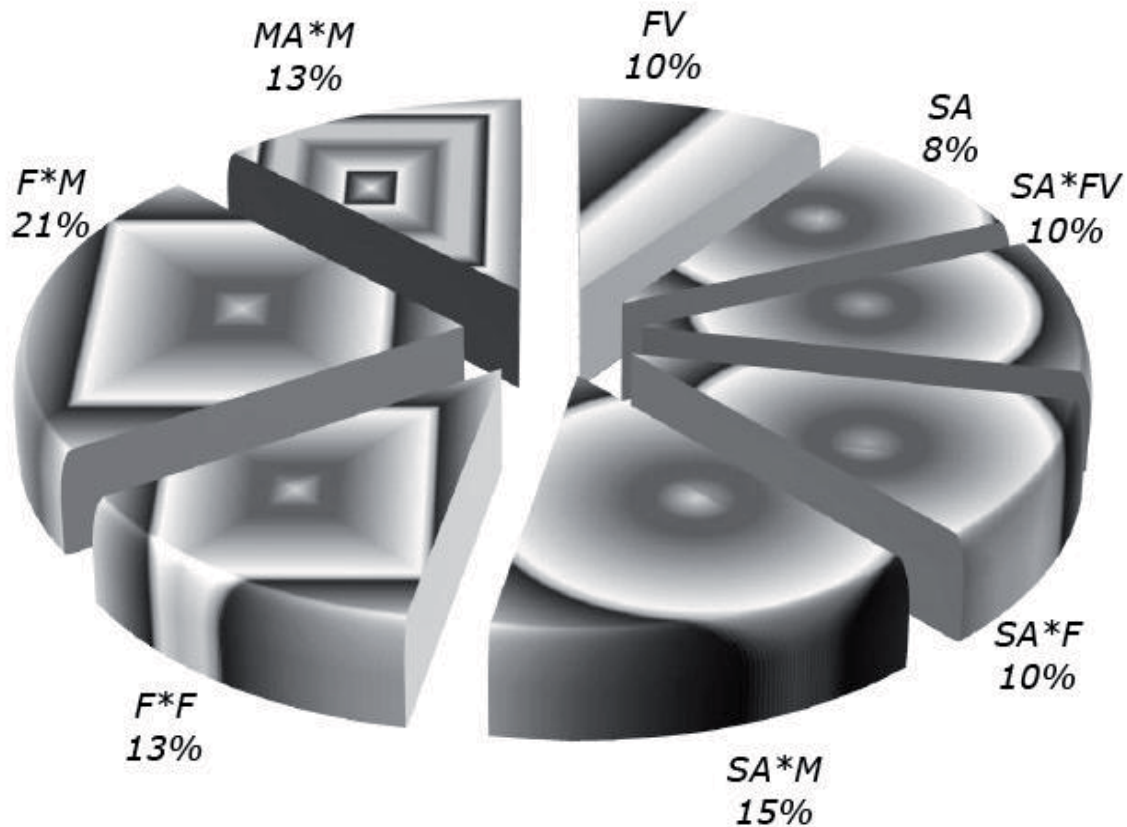


Abbildung 4: Anteil der Genotypgruppen bei den Weidekälbern (Material I)

Aufgrund technischer Probleme beim Einsatz der Videobildkamera konnten nur von 130 Tieren, also etwa der Hälfte der 276 Weidekälber (Material I), Videobilder angefertigt werden. Die Daten dieser 130 Kälber bilden das Datenmaterial II.

Um die Zahl der Proben für den mit der Videobildanalyse erfassten sichtbaren Fettanteil (SFA) zu erhöhen, wurden zusätzlich 90 konventionell gemästete Tiere (Material III) aus verschiedenen Betrieben Brandenburgs in die Untersuchungen einbezogen. Obwohl diese Tiere nicht direkt vergleichbar mit den Weidekälbern waren, da sie ein höheres Alter aufwiesen, teilweise andere Genotypen repräsentierten, einen anderen Ausmästungsgrad hatten und auf anderen Schlachthöfen geschlachtet wurden, wurde

dadurch nicht nur die Tierzahl erhöht, sondern durch die breitere Versuchsbasis auch die Aussagekraft über das Verfahren der Videobildanalyse verbessert. Da dieses Material jedoch sehr heterogen zusammengesetzt war, wurde es über die statistische Grundbeschreibung hinaus nicht im Detail analysiert. In Tabelle 26 sind die Weidekälber (Material II) und die Mastrinder (Material III) für die Videobildanalyse nach Herkunft, Genotypgruppe und Kategorie aufgeführt. Dabei zeigte sich, dass jeder Genotyp jeweils nur in einer der Kategorien vorhanden war. Damit waren die Genotypen und Kategorien statistisch vermengt und konnten nicht als einzelne Faktoren analysiert werden.

Tabelle 26: Tiermaterial für die Videobildanalyse

Herkunft	Schlacht- hof	Genotyp- gruppe	Kategorie			Summe (n)
			Männlich (n)	Weiblich (n)	Ochsen (n)	
Weidekälber (Material II)	Bad Bramstedt	FV	4	6	0	10
		SA	21	2	0	23
		SA*FV	10	5	0	15
		SA*F	5	7	0	12
		SA*M	6	6	0	12
		F*F	7	2	0	9
		F*M	15	14	0	29
		MA*M	13	7	0	20
Material II			81	49	0	130
Mastrinder (Material III)	Kasel- Golzig	FV	0	4	0	4
		HE	0	0	24	24
		CH*SA	14	0	0	14
		DA*FV	22	0	0	22
		HE*LI	9	0	0	9
		UM	0	1	0	1
		UM*FV	0	2	0	2
		UM*HE	0	5	0	5
		UM*(FV*SB)	0	1	0	1
	Fehrbellin	LI*FV	8	0	0	8
Material III			53	13	24	90
Material II + III			134	62	24	220

4.2 Datenerhebung

4.2.1 Merkmale der Fleischleistung

Bei allen Tieren wurde das Lebendgewicht vor dem Schlachten auf dem Herkunftsbetrieb festgestellt. Die Schlachtungen erfolgten für die Weidekälber im Schlachthof Bad Bramstedt (Schleswig-Holstein) mit 10 Schlachtterminen (25.05.1998 bis 10.07.2000).

Im Schlachthaus waren optimale Bedingungen für die Behandlung der Tiere beim Antreiben, Betäuben, Stechen und Schlachten sowie bei der Kühlung der Schlachtkörper nach Wägung und Ausmessung gegeben. Auf dieser Grundlage konnten negative Einflüsse auf die Fleischbeschaffenheit weitgehend ausgeschlossen werden.

Um Stress zu vermeiden, wurden die Tiere ohne lange Standzeiten mit einem Bolzenschussapparat betäubt und geschlachtet. Danach wurden die Schlachtkörper nach dem EUROP-System klassifiziert und die für die Schlachtleistung wichtigen Merkmale protokolliert: Schlachtkörpergewicht sowie Handels- und Fettklasseneinstufung (Tab. 27). Die Rinderhälften hingen jeweils 48 Stunden bei ca. +4°C im Kühlhaus ab. Danach wurden die Hälften in Teilstücke zerlegt.

Tabelle 27: Definition der Schlachtkörpermerkmale

Merkmale	
Alter (d)	Alter am Tag der Schlachtung in Tagen
Schlachtkörpergewicht (kg)	Zweihälftengewicht (warm), nach DLG-Schnittführung
Handelsklasse : Fleischigkeitsklasse (Pkt.)	Einstufung des Schlachtkörpers nach Fleischigkeit in EUROP-Klassen: E (5)= vorzüglich bis P (1)= gering
Fettgewebeklasse (Pkt.)	Einstufung des Schlachtkörpers nach Fettabdeckung: 1= sehr gering bis 5= sehr stark

4.2.2 Merkmale der Fleischqualität

Zur Untersuchung der Fleischqualitätsmerkmale wurden 3 Scheiben der Hochrippe (9. bis 11. Rippe) aus der linken Schlachthälfte der Versuchstiere entnommen. Die Hochrippe besteht im Wesentlichen aus dem langen Rückenmuskel (*Musculus longissimus dorsi*), der in der Literatur meist als Referenzmuskel angegeben wird (*FREUDENREICH*, 1978; *LEE*, 1984; *TEMISAN* und *AUGUSTINI*, 1987).

Zunächst wurden die Knochen des Hochrippenstückes entfernt und die drei jeweils ca. 2 bis 3 cm dicken Fleischscheiben für die Untersuchungen abgeschnitten. Die Analysen der Fleischproben wurden sowohl 48 Stunden als auch 14 Tage nach der Schlachtung (post mortem - p.m.) im Schlachthof, im Labor des Instituts für Nutztierwissenschaften Berlin-Dahlem bzw. im Labor des Bundesinstitutes für Risikobewertung (BfR), ehemals Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin (BgVV), in Berlin vorgenommen. Zuerst wurde die mittlere Fleischscheibe (erste Scheibe) für die Analysen 48 Stunden post mortem (48 h p.m.) herangezogen. Die zweite Scheibe wurde bei 4 °C in einem Kühlraum gelagert und entsprechend für die Analysen 14 Tage post mortem (14 d p.m.) genutzt. Die dritte Fleischscheibe wurde bei – 18 °C tiefgefroren und diente zur Ermittlung des intramuskulären Fettgehalts (IMF). Die Fleischqualitätsmerkmale sowie die Bestimmungsmethoden und Erfassungszeitpunkte sind in Tabelle 28 aufgeführt.

Tabelle 28: Fleischqualitätsmerkmale, Bestimmungsmethoden und Messzeitpunkte

Merkmal	Bestimmungsmethode	Messzeitpunkt		
		48h p.m.	14d p.m.	frei
8. pH-Wert _{48h}	pH-Meter	X ^{1,2}		
9. pH-Wert _{14d}	pH-Meter		X ³	
Farbmerkmale:				
10. L*-Wert _{48h}	Minolta-Chromameter CR-310	X ^{1,2}		
11. L*-Wert _{14d}	Minolta-Chromameter CR-310		X ³	
12. a*-Wert _{48h}	Minolta-Chromameter CR-310	X ^{1,2}		
13. a*-Wert _{14d}	Minolta-Chromameter CR-310		X ³	
14. b*-Wert _{48h}	Minolta-Chromameter CR-310	X ^{1,2}		
15. b*-Wert _{14d}	Minolta-Chromameter CR-310		X ³	
Scherkraftwerte:				
16. WBS _{48h} roh (kg)	Warner-Bratzler-Schergerät	X ³		
17. WBS _{14d} roh (kg)	Warner-Bratzler-Schergerät		X ³	
18. WBSg _{14d} gekocht (kg)	Warner-Bratzler-Schergerät		X ³	
19. Intramuskulärer Fettgehalt (%), IMF	Soxhletverfahren			X ³
20. Sichtbarer Fettanteil (%), SFA	Videobildanalyse (VBA)	X ^{1,2}		

Untersuchungsorte: ¹Schlachthof, ²Institutslabor, ³BfR.

4.3 Methoden zur Untersuchung der Fleischqualität

Die hier verwendeten Methoden sind kurz beschrieben. Sie gliedern sich in die Messung des pH-Wertes, die Farbmessung, die Scherkraftmessung, die chemische Analyse zur Ermittlung des intramuskulären Fettgehalts (IMF) sowie die Erfassung des sichtbaren Fettanteils (SFA) an der Fleischprobe durch die Technik der computergestützten Videobildanalyse.

4.3.1 Messung des pH-Wertes

Der pH-Wert wurde sowohl 48 Stunden als auch 14 Tage post mortem (p.m.) nach der Schlachtung mit einem Digital-pH-Meter (Portamess 651-2; Knick, Berlin) und einer Einstich-Einstabmesskette (Typ SE 104; Knick, Berlin) in Anlehnung an die amtliche Methode L 06.00-2: „Messung des pH-Wertes in Fleisch und Fleischerzeugnissen“ (Amtliche Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 35 LMBG, 1980) im langen Rückenmuskel (M. longissimus dorsi) gemessen. Es erfolgte vor jeder Messreihe eine Kalibrierung der Elektrode bei Raumtemperatur (20 °C). Dazu wurden zwei verschiedene Pufferlösungen (Fa. Merck, Darmstadt) zur Nullpunkt- (pH 7,00) sowie zur Steilheitsanpassung (pH 4,00) verwendet. Nach den Messungen wurde die Elektrode mit destilliertem Wasser gereinigt und in gebrauchsfertiger Pufferlösung (Fa. Merck, Darmstadt) aufbewahrt.

Um Verfälschungen der Messwerte durch vorausgegangene Messvorgänge soweit wie möglich auszuschließen, wurde der pH-Wert mit versetzter Lokalisation an drei unterschiedlichen Messstellen (kranial, medial und kaudal) des Hochrippenmuskels bestimmt. Die Glaselektrode wurde dafür ca. 2,5 cm tief in das Muskelgewebe eingestochen. Die Ablesung und Abspeicherung von Fleischtemperatur und pH-Wert wurde nach Stillstand der Digitalanzeige auf 2 Stellen hinter dem Komma vorgenommen. Anschließend wurde der arithmetische Mittelwert aus den drei pH-Messungen berechnet.

4.3.2 Farbmessung

Mit dem portablen Farbmessgerät Chromameter (CR-310; Minolta Inc.,

Osaka, Japan), bestehend aus der Kontrolleinheit und dem Messkopf, wurde eine Dreibereichs-Farbmessung auf der Fleischscheibe (*M. longissimus dorsi*) nach dem CIE $L^*a^*b^*$ -Farbenraum [Commission Internationale de l'Éclairage (CIE), 1986] vorgenommen. Im Messkopf befand sich eine Hochleistungs-Xenon-Blitzröhre, die für eine gleichmäßige Ausleuchtung der im Durchmesser 8 mm großen Messfläche sorgte. Als Lichtart wurde die Normlichtart D65 gewählt, die dem mittleren Tageslicht entspricht. Die Kontrolleinheit war ein mikroprozessorgesteuertes Gerät, welches über Datenspeicher, Datenanzeiger und Datenüberträger verfügte. Vor jedem Messtag erfolgte die Kalibrierung mit einer weißen standardisierten Minolta-Platte mit den Werten $Y = 93.8$, $x = 0.3130$ und $y = 0.3197$.

Die Fleischhelligkeit (L^* -Wert) sowie die Farbwerte Rotton (a^* -Wert) und Gelbton (b^* -Wert) wurden am Anschnitt des *M. longissimus dorsi* sowohl 48 Stunden als auch 14 Tage post mortem (p.m.) nach der Schlachtung gemessen. Der Messkopf wurde dazu senkrecht auf die Oberfläche der Fleischscheibe aufgesetzt. Die mittels Chromameter erfassten Werte beziehen sich auf die Fleischhelligkeit (L^* ; 0 entspricht schwarz, 100 entspricht weiß), sowie die Intensität der Farbtöne a^* (rot/grün; positive Werte: rot, negative Wert: grün) und b^* (gelb/blau; positive Werte: gelb, negative Wert: blau).

4.3.3 Scherkraftmessung

Die Scherkraft wurde mit einem Warner-Bratzler-Scherkraftgerät (Standard Model, GR Electrical Manufacturing Co., Manhattan, Kansas, USA) bestimmt. Je Tier wurden drei zylinderförmige Proben mit einem Durchmesser von 13 mm parallel zur Faserrichtung ausgestanzt und anschließend wurde die Scherkraft (WBS; kg/cm²) mit der Warner-Bratzler-Schere gemessen. Bei der Vorbereitung der Proben wurde darauf geachtet, sehnensches Gewebe zu erfassen. Niedrige Scherkraftwerte zeigen ein weiches Fleischgefüge – damit also eine hohe Zartheit – und hohe Scherkraftwerte ein festes Fleischgefüge – damit also eine geringe Zartheit – an.

4.3.4 Ermittlung des intramuskulären Fettgehalts

Die Bestimmung des intramuskulären Fettgehalts (IMF; %) erfolgte mit einer Fettextraktion nach Soxhlet mit der Methode L 06.006: „Bestimmung des Gesamtfettgehaltes in Fleisch und Fleischerzeugnissen“ (Amtliche Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 35 LMBG, 1980).

Das maschinell gut homogenisierte Probenmaterial aus der dritten Fleischscheibe wurde mit Salzsäure aufgeschlossen und die Aufschlussflüssigkeit durch zwei angefeuchtete Faltenfilter filtriert. Der Filtrerrückstand wurde sofort anschließend getrocknet und 4 Stunden mit Petroleumbenzin extrahiert. Das Lösungsmittel wurde abdestilliert, der Rückstand bei $103\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ im Trockenschrank getrocknet, abgekühlt und gewogen. Der Fettgehalt wurde aus der Differenz zwischen Ein- und Auswaage berechnet.

4.3.5 Erfassung des sichtbaren Fettanteils mit der Videobildanalyse

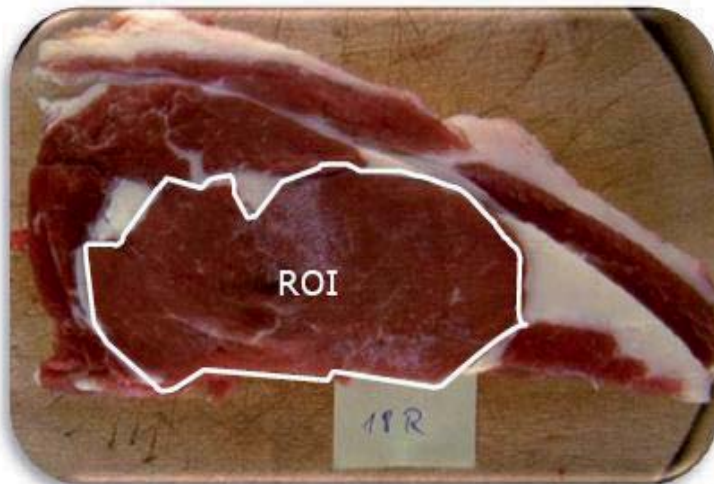
Die computergestützte Videobildanalyse stellt eine schnelle Methode dar, sichtbares Fett bzw. Muskelfleisch am Schlachtkörper verschiedener Tierarten zu bestimmen, ohne ihn gleichzeitig zu beschädigen (NEWMAN, 1984). GREGOR und SCHOLZ (1993) entwickelten für Schweinefleisch eine objektive Methode zur Bestimmung des Marmorierungsgrades an Kotlettanschnitten mit Hilfe der computergestützten Videobildanalyse.

Zur Bestimmung des sichtbaren Fettanteils (SFA; %) bei Weidekälbern und Jungrindern am M. longissimus dorsi mit Hilfe der Videobildanalyse (VBA) wurden Bilder der mittleren Hochrippenscheibe 48 Stunden nach der Schlachtung beidseitig (kranial und kaudal) mit einer 3-Chip-RGB-Color-Digital-Kamera (Hitachi-HV-C10) aufgenommen. Die Aufnahmen erfolgten zum Teil im Schlachthof, zum anderen Teil im Labor des Instituts für Nutztierwissenschaften Berlin-Dahlem und wurden über einen Analog-Digital-Wandler (ITI-Color Frame Grabber) auf der Festplatte (40 GB) eines Personalcomputers gespeichert. Dabei umfasste ein Bild 768×512 Bildpunkte (Pixel) bei einer Farbtiefe von 24 Bit, die auf die drei Farbkanaäle ROT, GRÜN und BLAU aufgeteilt waren. Für jeden Bildpunkt, der eine

Fläche von zirka 0,05 mm² einnahm, lagen folglich drei Grauwertinformationen jeweils im Bereich von 0 bis 255 vor.

Die Kamera war auf einen handelsüblichen Projektionstisch montiert, welcher von zwei seitlich angebrachten Leuchten diffus bestrahlt wurde, wobei die Lichtquellen zur Verhinderung des Moiré-Effektes mit Gleichstrom betrieben wurden. Um die Einflüsse des Tageslichtes auszuschalten, wurden die Aufnahmen in einem abgedunkeltem Raum durchgeführt. Die Leuchten wurden so ausgerichtet, dass die gesamte zu untersuchende Fläche der Hochrippenscheiben möglichst gleichmäßig mit einer Lichtstärke von 8200-8300 Lux bestrahlt wurde. Trotz Abtupfen der Hochrippenscheiben mit Trockenpapier konnten Reflexionen nicht vermieden werden. Durch verschiedene Einstrahlwinkel sollte eine optimale Beleuchtungsvariante herausgefunden werden. Doch die Konstruktion des Projektionstisches erlaubte nur eine direkte Bestrahlung der Hochrippenscheiben. Wegen der Heterogenität der Fettverteilung im *M. longissimus dorsi* wurden die Hochrippenscheiben von beiden Seiten aufgenommen. Auch FISCHER (1992) hatte in einer Studie am Schwein bestätigt, dass der intramuskuläre Fettgehalt sehr ungleichmäßig über den gesamten *M. longissimus dorsi* verteilt ist.

Mit Hilfe des Bildverarbeitungsprogrammes Bioscan OPTIMAS (1991) Version 4.01 und der Clusteranalyse mit der „Fastclus-Prozedur“ (SAS 6.12; Statistical Analysis System Institute Inc., 1996, Cary, North Carolina, USA) wurde die Videobildanalyse zur Feststellung des sichtbaren Fettanteils (SFA) durchgeführt (Abb. 5). Zunächst wurde die interessierende Region, die sogenannte „Region of Interest (ROI)“, auf der Fleischscheibe halbautomatisch eingegrenzt (Schritt 1; Abb. 5a) und als separates Bild gespeichert (Schritt 2; Abb. 5b). Die Bildinformationen der Farbkanäle Rot, Grün und Blau wurden für die nachfolgende Clusteranalyse in eine SAS-Datei überführt (SCHOLZ, 1997). Als Resultat der Clusteranalyse wurde ein neues Bild des Ausschnitts des *M. longissimus dorsi* berechnet (Schritt 3; Abb. 5c), um die Ergebnisse der Clusteranalyse mit der Originalaufnahme visuell zu vergleichen. Anschließend wurde daraus der sichtbare Fettanteil im Muskel (SFA) ermittelt (Schritt 4).



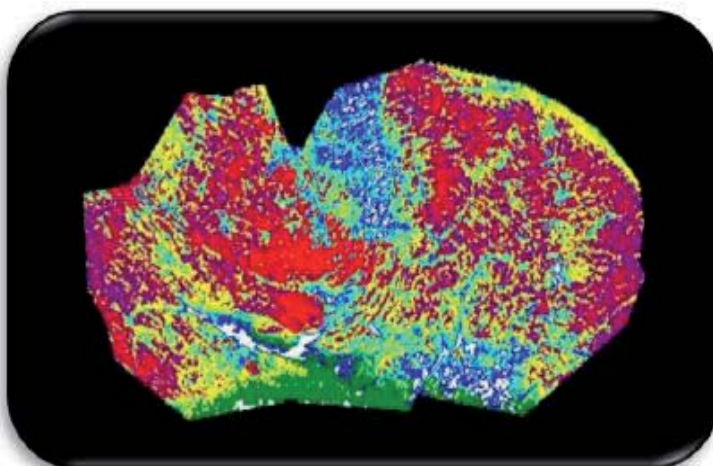
➡ Originales
Fleischstück mit
dem Bildausschnitt
(ROI)

Abb. 5a: Schritt 1- Halbautomatische Begrenzung des Bildausschnittes (ROI)



➡ Bildausschnitt mit
24 Bit-Videobild

Abb. 5b: Schritt 2- Digitaler Bildausschnitt für die Clusteranalyse



➡ Bildausschnitt mit
7 Clustern

Abb. 5c: Schritt 3- Visuelles Ergebnisbild aus der Clusteranalyse

Abbildung 5: Darstellung des Bildausschnitts im Verlauf der Bildverarbeitung unter OPTIMAS BioScan 4.01 (1991)

4.4 Statistische Auswertungsmethoden

Die statistische Auswertung des Datenmaterials erfolgte mit Hilfe verschiedener Prozeduren des Statistikprogrammpaketes „SAS, Version 8.2“ (Statistical Analysis System Institute Inc., 2001) sowohl für die Daten der Fleischleistung als auch der Fleischqualität und der Videobildanalyse im Institut für Nutztierwissenschaften der Humboldt Universität zu Berlin.

Bei einer ersten Datenanalyse zeigte es sich, dass aufgrund der Struktur der Mutterkuhhaltung in den Betrieben die Faktoren Genotyp bzw. Genotypgruppe und Betrieb stark vermengt waren und deshalb nicht getrennt berücksichtigt werden konnten. Außerdem wurde bei diesen Voranalysen festgestellt, dass für die erfassten Merkmale keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen männlichen und weiblichen Kälbern vorhanden waren. Aus diesem Grund wurde der systematische Effekt des Geschlechts bei den weiteren Analysen im statistischen Modell nicht mehr berücksichtigt. Der Faktor Genotypgruppe war mit den acht beschriebenen Reinzucht- und Kreuzungsgruppen im Modell enthalten. Bei diesem Faktor ist nun also zu bedenken, dass betriebspezifische Effekte mit eingegangen sind. Von den zeitlichen Faktoren wurden das Jahr der Geburt und das Geburtsquartal untersucht. Die Geburtsquartale entsprachen dabei den kalendarischen Quartalen, dementsprechend umfassten die Quartale die Zeiträume von 1. Januar bis zum 31. März (1), vom 1. April bis zum 30. Juni (2), vom 1. Juli bis zum 30. September (3) und vom 1. Oktober bis zum 31. Dezember (4). Wegen der erheblichen Variation des Alters und des Schlachtkörpergewichts wurden beide Variable als Regressionsvariable im linearen Modell für die maßgebenden Least-Squares (LS) - Analysen berücksichtigt. Neben diesen beiden Regressionsvariablen sollte das lineare Modell für die Datenanalyse die systematischen Faktoren Genotypgruppe, Geburtsjahr (Jahr), Geburtsquartal (Quartal) sowie alle ihre Interaktionen enthalten. Für dieses vollständige Modell waren im Datenmaterial jedoch sehr viele unbesetzte Zellen vorhanden. Deshalb konnten für das vollständige Modell an diesem Material keine Interaktionen zwischen den Einzelfaktoren geschätzt werden. Um jedoch trotzdem Informationen über

die Signifikanz der Einzelfaktoren und ihrer Interaktionen zu erhalten, wurden an zwei vollständig besetzten Teilmaterialien bei ausgewählten Genotypgruppen Signifikanzen für die Komponenten des Gesamtmodells geprüft. Dabei zeigte sich, dass bei beiden Teilmaterialien lediglich die Einzelfaktoren Genotypgruppe und Quartal sowie ihre Interaktion signifikant waren, während sich das Jahr sowie die Interaktion Jahr x Quartal und die Dreifachinteraktion Genotypgruppe x Jahr x Quartal als nicht signifikant erwiesen.

Deshalb wurden die maßgeblichen Least-Squares (LS)- Analysen mit der SAS-Prozedur „Proc GLM“ für das Gesamtmaterial mit dem folgenden fixen linearen Modell durchgeführt:

$$y_{ijk} = \mu + G_i + Q_j + (G \times Q)_{ij} + \beta_1 (A_{ijk} - \bar{A}) + \beta_2 (S_{ijk} - \bar{S}) + e_{ijk}$$

y_{ijk} = Beobachtungswert des Einzeltieres

μ = Populationsmittel

G_i = fixer Effekt der Genotypgruppe i ($i = 1, \dots, 8$)

Q_j = fixer Effekt des Quartals j ($j = 1, \dots, 4$)

$(G \times Q)_{ij}$ = Interaktion zwischen Genotypgruppe und Quartal

β_1, β_2 = linearer Regressionskoeffizient für das Alter bzw. das Schlachtkörpergewicht

A_{ijk}, S_{ijk} = Alter bzw. Schlachtkörpergewicht des k -ten Tieres

\bar{A}, \bar{S} = Mittelwert des Alters bzw. des Schlachtkörpergewichts

e_{ijk} = zufällige Restabweichung des k -ten Tieres

Bei den Gewichtsmerkmalen Lebendgewicht und Schlachtkörpergewicht wurde nur das Alter als Kovariable eingesetzt. Für Lebenstagszunahme und Nettozunahme wurde das obige Modell ohne Kovariable genutzt. Die beiden Merkmale Fleischigkeitsklasse und Fettgewebeklasse sowie alle Merkmale der Fleischqualität wurden mit dem oben beschriebenen vollständigen Modell einschließlich der beiden Kovariablen Alter und Schlachtkörpergewicht analysiert.

Die phänotypischen Beziehungen zwischen den Merkmalen wurden mit den entsprechenden Programmteilen des Statistikpakets SAS (Proc Reg, Proc Corr) als Regressionen bzw. als Korrelationen nach Pearson geschätzt.

5 Ergebnisse und Diskussion

Eine eingehende Analyse der Merkmale der Fleischleistung und der Fleischqualität wurde an den Daten der Weidekälber (Material I) vorgenommen. Die Daten der Mastrinder (Material III) waren auf Grund ihrer Struktur nicht für eine solche Analyse geeignet. Deshalb wurden sie nur zur Schätzung der Korrelationen im Zusammenhang mit der Videobildanalyse genutzt.

Im Folgenden werden zunächst das Material der Weidekälber (I) und das Material der Mastrinder (III) mit den statistischen Parametern und ihrem Leistungsniveau beschrieben (5.1). Danach folgt die Untersuchung der systematischen Effekte (5.2) bei den Weidekälbern (I). Im letzten Abschnitt dieses Kapitels 5 werden die Beziehungen zwischen den Merkmalen dargestellt. Diese sind aufgeteilt in die Korrelationen zwischen den Merkmalen der Fleischleistung selbst (5.3.1), ihre Korrelationen zu den Merkmalen der Fleischqualität (5.3.2) und schließlich die Korrelationen zwischen den Merkmalen der Fleischqualität (5.3.3).

5.1 Statistische Beschreibung und Leistungsniveau

5.1.1 Fleischleistung

Die Weidekälber stammten aus einem Programm zur Erzeugung von Qualitätsfleisch, d. h. es bestand eine Einschränkung hinsichtlich des Lebendgewichts der angelieferten Schlachttiere. Das Alter der Weidekälber bei der Schlachtung (Tabelle 29) war mit etwas mehr als 7 Monaten ziemlich gering, die Standardabweichung mit ca. 38 Tagen aber relativ groß. Diese hohe Variation kam auch in dem hohen Variationskoeffizienten von 17,4 % zum Ausdruck. Demgegenüber war das mittlere Lebendgewicht mit 264 kg relativ hoch, die Variation mit einer Standardabweichung von ca. 17 kg und einem Variationskoeffizienten von 6,6 % aber deutlich geringer als beim Alter. Um den vom Qualitätsprogramm vorgegebenen Gewichts-

bereich zu erreichen, wurde das Schlachalter der Weidekälber offenbar entsprechend angeglichen. Die Lebenstagszunahme mit einem Mittelwert von 1062 g pro Tag bzw. die Nettozunahme mit 726 g pro Tag zeigten, dass die Weidekälber ein intensives Wachstum aufwiesen. Die hohe Variation des Alters beim Schlachten bewirkte auch bei der Variation der daraus berechneten Merkmale Lebenstagszunahme und Nettozunahme mit Variationskoeffizienten von 19,3 bzw. 21,9 % hohe Werte. Mit dem intensiven Wachstum erreichten die untersuchten Weidekälber auch eine gute Schlachtleistung. Bei der Handelsklasseneinteilung wurden sie im Mittel bei der Fleischigkeit mit 2,8, also fast 3 Punkten (R, gut) bewertet und in der Fettabdeckung mit 2,0 Punkten als gerade richtig eingestuft. Die hohen Variationskoeffizienten für die Merkmale der Handelsklasse hingen dabei mit der Struktur dieser Merkmale als Klassifikationsmerkmale ohne Zwischenwerte zusammen. Sie zeigten jedoch wie die jeweiligen Extremwerte, dass die zur Verfügung stehende Skala von den Klassifizierern zum großen Teil ausgenutzt wurde.

Tabelle 29: Fleischleistung der Weidekälber (Material I): Tierzahl (N), arithmetischer Mittelwert (\bar{Y}), Standardabweichung (s), Variationskoeffizient (VK) und Extremwerte (Min., Max.)

Merkmale	N	\bar{Y}	s	VK (%)	Min.	Max.
1. Alter (Tage)	276	216,5	37,7	17,4	127	322
2. Lebendgewicht (kg)	276	264,2	17,4	6,6	211	315
3. Lebenstagszunahme (g)	276	1260	242	19,3	748	2023
4. Schlachtkörpergewicht (kg)	276	151,6	12,9	8,5	101	185
5. Nettozunahme (g)	276	726	159	21,9	403	1205
6. Fleischigkeitsklasse (Pkt.)	276	2,83	0,53	19,0	1,0	4,0
7. Fettgewebeklasse (Pkt.)	276	2,04	0,50	24,6	1,0	3,0

Mit dem mittleren Alter von ca. 217 Tagen ließen sich die Tiere der vorliegenden Untersuchung sehr gut mit den ungefähr gleichaltrigen Weidekälbern bei GROTHEER (1996), ROFFEIS et al. (2001), GOLZE und KRÜGER (2003) und JAKUBEC et al. (2003) vergleichen (Tab. 4a). Für das

Lebendgewicht ergaben sich im vorliegenden Material sehr ähnliche Mittelwerte wie bei *ROFFEIS* et al. (2001) sowie bei *GROTHER* (1996), *GOLZE* und *KRÜGER* (2003) und *JAKUBEC* et al. (2003), während die Standardabweichung nur bei *ROFFEIS* et al. (2001) in vergleichbarer Größenordnung lag und bei *GROTHER* (1996) sowie *JAKUBEC* et al. (2003) erheblich größer war. *SZÜCS* et al. (2001a) hatten bei deutlich jüngeren Tieren auch erheblich geringere Lebendgewichte festgestellt und *JOHNSTON* et al. (2003a) bei deutlich älteren Tieren unter tropischen Bedingungen sowohl für tropische als auch für nicht-tropische Rassen erheblich geringere Lebendgewichte gefunden. Bei älteren Mastkälbern (270 – 300 Tage) hatten *CERDEÑO* et al. (2006) Gewichte über 400 kg erreicht, während *BLANCO* et al. (2008a u. b) bei jüngeren Mastkälbern (150 – 180 Tage) Gewichte zwischen 200 und 300 kg realisierten.

Die Lebenstagszunahme war bei den Weidekälbern der vorliegenden Untersuchung mit 1260 g deutlich höher als die Werte von 900 bis 1000 g bei den vergleichbaren Untersuchungen (Tab. 5a) von *ROFFEIS* et al. (2001), *GOLZE* und *KRÜGER* (2003) sowie *JAKUBEC* et al. (2003) und wurde von der Lebenstagszunahme der Mastkälber von *CERDEÑO* et al. (2006) mit 1280 g nur geringfügig übertroffen. Dies kann als Hinweis auf die besondere Qualität der Weidekälber in der vorliegenden Untersuchung interpretiert werden. Allerdings waren die Standardabweichungen in der angeführten Literatur mit 138 bis 195 g deutlich geringer als im vorliegenden Material (242 g). Dieses stellte eine Stichprobe aus dem Material von *ROFFEIS* et al. (2001) dar. Deshalb war die deutliche höhere Standardabweichung im vorliegenden Material bemerkenswert. In diesem Material waren sowohl Weidekälber mit einer Lebenstagszunahme unter 850 g als auch Tiere mit Lebenstagszunahmen von über 1800 g, ja sogar ein Extremwert von über 2000 g vertreten. Offenbar führte das Ziel eines Endprodukts von hoher Qualität auf Grund der stark unterschiedlichen Genotypen zu einer besonders hohen Variation in der Mastintensität. Dieses Phänomen musste im Material der vorliegenden Untersuchung besonders stark vorhanden sein, da die in ähnlicher Weise erhobenen Daten des

Gesamtmaterials von *ROFFEIS* et al. (2001) eine deutlich geringere Standardabweichung zeigten.

Bei der Nettozunahme (Tab. 6) ergab sich bei *ROFFEIS* et al. (2001) mit 701 g ein etwas geringerer Mittelwert als in der eigenen Untersuchung (726 g), während *GOLZE* und *KRÜGER* (2003) für verschiedene Genotypen teils höhere, teils niedrigere Nettozunahmen erhalten hatten. Wie bei der Lebenstagszunahme war die Standardabweichung in der eigenen Untersuchung auch bei der Nettozunahme mit 159 g größer als die Standardabweichung bei *ROFFEIS* et al. (2001).

Das mittlere Schlachtkörpergewicht der Weidekälber entsprach mit ca. 152 kg und einer Standardabweichung von ca. 13 kg ziemlich genau den Werten von *ROFFEIS* et al. (2001) sowie *GOLZE* und *KRÜGER* (2003), die ebenfalls Daten von Weidekälbern analysiert hatten (Tab. 7). Dagegen wiesen jüngere Kälber (183 Tage) mit ca. 100 kg (*SZÜCS* et al., 2001a) deutlich geringere und Mastkälber mit 171 bis 230 kg (*CERDEÑO* et al., 2006; *REVILLA* und *VIVAR-QUINTANA*, 2006) deutlich höhere Schlachtkörpergewichte auf.

Der Mittelwert der Fleischigkeitsklasse in Punkten war mit 2,83 Punkten und eine Standardabweichung von 0,53 Punkten nur geringfügig verschieden von den Werten, die *ROFFEIS* et al. (2001) erhalten hatten (Tab. 8). *REVILLA* und *VIVAR-QUINTANA* (2006) fanden bei Mastkälbern etwas höhere Werte von 3 bis 4 Punkten.

Auch bei der Fettgewebeklasse in Punkten stimmten der Mittelwert von 2,04 Punkten und die Standardabweichung von 0,50 Punkten sehr gut mit den Werten von *ROFFEIS* et al. (2001) überein (Tab. 9). Bei Mastkälbern fanden *CERDEÑO* et al. (2006) ähnliche Werte, während sich bei *REVILLA* und *VIVAR-QUINTANA* (2006) höhere Einstufungen von ca. 3 Punkten ergaben.

Insgesamt zeigten die Tiere im vorliegenden Material eine sehr gute Fleischleistung. Die Mittelwerte für die Merkmale der Mastleistung – Lebendgewicht, Lebenstagszunahme und Nettozunahme – waren deutlich höher als die Vergleichswerte für Weidekälber in der Literatur, während die Einstufungen in die Komponenten der Handelsklasse – Fleischigkeitsklasse und Fettgewebeklasse – ungefähr den Vergleichswerten in der Literatur entsprachen. Die in diesem Material (I) ausgewählten Weidekälber erfüllten bei der Schlachtkörperqualität die Anforderungen für Qualitätsfleisch, wie sie für Jungrinder definiert sind (Tab. 22). Für Weidekälber bzw. Kälber lagen keine spezifischen Anforderungen vor. Nach den Richtwerten für Rindfleisch handelte es sich bei diesem Material eindeutig um eine Stichprobe von hoher Qualität. Dies war wahrscheinlich auf die Auswahl von Tieren zurückzuführen, bei denen sowohl das Geburtsdatum als auch die Abstammungsdaten vollständig vorhanden waren. Dadurch wurden von vornherein Tiere aus besser geführten Betrieben für dieses Material ausgewählt.

Die statistischen Parameter für die Mastrinder (Material III) sind in Tabelle 30 zusammengefasst. Die Mastrinder waren mit einem mittleren Alter von 580 Tagen deutlich älter als die Weidekälber. Auch das Lebendgewicht mit ca. 590 kg und das Schlachtkörpergewicht mit ca. 334 kg erwiesen sich dementsprechend als erheblich größer. Die Standardabweichungen dieser drei Merkmale lagen mit Werten von 153 Tagen sowie 76 kg bzw. 54 kg im Vergleich zu den Werten der Weidekälber jedoch sogar um ein Vielfaches höher. Angesichts der unterschiedlichen Genotypen und Mastverfahren bei den Mastrindern (Material III) war diese Höhe der Variation bei den Merkmalen der Fleischleistung jedoch nicht unerwartet. Sie manifestierte sich auch in der Höhe der Variationskoeffizienten, die fast doppelt so hoch waren wie bei den Weidekälbern. Obwohl dieses Material sehr heterogen war, zeigte sich trotzdem wie bei den Weidekälbern, dass offenbar ein definiertes Lebendgewicht der Schlachttiere angestrebt und das Alter entsprechend variiert wurde. So ergab sich auch bei den Mastrindern ein fast doppelt so großer Variationskoeffizient von 26,4 %

Tabelle 30: Fleischleistung der Mastrinder (Material III): Tierzahl (N), arithmetischer Mittelwert (\bar{Y}), Standardabweichung (s), Variationskoeffizient (VK) und Extremwerte (Min., Max.)

Merkmale	N	\bar{Y}	s	VK (%)	Min.	Max.
1. Alter (Tage)	89	579,5	153,1	26,4	420	964
2. Lebendgewicht (kg)	87	591,1	76,4	12,9	436	798
3. Lebenstagszunahme (g)	87	1085	305	28,1	496	1694
4. Schlachtkörpergewicht (kg)	88	334,4	54,4	16,3	228	493
5. Nettozunahme (g)	87	618	193	31,2	255	1046
6. Fleischigkeitsklasse (Pkt.)	88	3,27	0,62	19,0	2,0	5,0
7. Fettgewebeklasse (Pkt.)	88	2,84	0,52	18,4	2,0	4,0

für das Alter beim Schlachten wie für das Lebendgewicht mit 12,9 % und das Schlachtkörpergewicht mit 16,3 Prozent. Mit Mittelwerten von 1085 g bzw. 618 g pro Tag über alle Genotypen und Mastverfahren waren die Lebenstagszunahme und die Nettozunahme relativ hoch. Sie zeigten jedoch den geringeren Zuwachs älterer Tiere im Vergleich zum Wachstum der Weidekälber. Die Standardabweichungen der Lebenstags- sowie der Nettozunahme mit 305 g bzw. 193 g waren ebenso wie die Variationskoeffizienten von 28,1 % bzw. 31,2 % höher als für das Alter beim Schlachten, da in die Varianz dieser beiden Merkmale sowohl das Alter als auch das Lebend- bzw. Schlachtkörpergewicht mit ihren Variationen eingingen.

Die Mastrinder zeigten mit Mittelwerten von 3,27 Punkten für die Fleischigkeit und 2,84 Punkten für die Fettabdeckung eine gute Schlachtkörperqualität. Wie auch die Extremwerte bewiesen, wurden viele Tiere in die Klassen E, U und R eingestuft, so dass im Mittel der Fleischigkeitsklasse eine Stufe von 3+, also besser als gut erreicht wurde. Auch in der Fettgewebeklasse wurde bei den Masttieren ein guter Mittelwert von fast 3 erzielt. Insgesamt wiesen die vollausgemästeten Tiere dieses Teilmaterials (III) im Vergleich mit den Weidekälbern für diese Merkmale noch höhere Werte auf. Dies zeigte sich auch in den erreichten Extremwerten, die für Fleischigkeit und Fettabdeckung jeweils um eine Klasse höhere Einstufungen

aufwiesen. Die Standardabweichungen für Fleischigkeitsklasse und Fettgewebeklasse bewegten sich mit 0,62 Punkten bzw. 0,52 Punkten ebenso wie die Variationskoeffizienten von 19,0 % bzw. 18,4 % in ähnlichen Größenordnungen wie bei den Weidekälbern.

Die Mastrinder zeigten mit einem mittleren Alter von ca. 580 Tagen einen durchaus üblichen Wert. Das mittlere Lebendgewicht war mit ca. 590 kg vergleichbar mit den Werten in vielen ähnlichen Untersuchungen (Tab. 4b). Allerdings hatten *KÖGEL* et al. (1997), *ROFFEIS* (1999), *CHAMBAZ* et al. (2001), *KÖGEL* et al. (2001), *SOCHOR* et al. (2005) sowie *ŠTOKOVIĆ* et al. (2007) bei Jungbullen bzw. Ochsen teilweise deutlich höhere Lebendgewichte festgestellt. Bei Färsen (*KÖGEL* et al., 1998; *KÖGEL* et al., 2001) und teilweise auch bei Ochsen (*ROFFEIS*, 1999) sowie unter tropischen Bedingungen (*JOHNSTON* et al., 2003a) ergaben sich deutlich geringere Lebendgewichte. Die Standardabweichung für das Lebendgewicht entsprach mit 76,4 kg etwa den Werten von *SOCHOR* et al. (2005), während *CERDEÑO* et al. (2006) und *ŠTOKOVIĆ* et al. (2007) bei jüngeren Tieren niedrigere Werte erhielten.

Der Mittelwert der Lebenstagszunahme lag mit 1085 g ungefähr in dem Bereich, den *KÖGEL* et al. (1997), *CHAMBAZ* et al. (2001), *SOCHOR* et al. (2005) sowie *STEINWIDDER* et al. (2007) bei vergleichbaren Rassen, Altersstufen und Fütterungsintensitäten festgestellt hatten (Tab. 5b). Bemerkenswert war auch hier die mit 305 g sehr hohe Standardabweichung, welche die Vergleichswerte von *SOCHOR* et al. (2005) deutlich übertraf, und sich auch in dem hohen Variationskoeffizienten von 28,1 % ausdrückte.

Die Nettozunahme für die Mastrinder lag mit einem Mittelwert von 618 g deutlich unter den Ergebnissen, welche *KÖGEL* et al. (1997), *FRELICH* et al. (1998), *KÖGEL* et al. (2001) und *SOCHOR* et al. (2005) für Jungbullen ähnlicher Rassen und Kreuzungen berichteten (Tab. 6). Während *CHLADEK* und *INGR* (2003) für Jungochsen ähnliche Nettozunahmen fanden, waren die Vergleichswerte für Färsen bei *KÖGEL* et al. (1998) und *KÖGEL* et al. (2001) erheblich geringer. Da im vorliegenden Material

sowohl Jungbullen als auch Jungochsen und Jungfärsen enthalten waren, entsprach der angegebene Mittelwert für die Nettozunahme also ungefähr den in der Literatur beschriebenen Werten. Die Standardabweichung der Nettozunahme war mit 193 g wie bei der Lebenstagszunahme viel höher als die Vergleichswerte von *SOCHOR* et al. (2005), der Variationskoeffizient lag mit 31,2 % in ähnlicher Größenordnung wie bei der Lebenstagszunahme.

Für das Schlachtkörpergewicht ergaben sich bei einem Mittelwert von ca. 334 kg und bei einer Standardabweichung von 54 kg ähnliche bzw. etwas niedrigere Werte, wie sie *AUGUSTINI* et al. (1992), *KÖGEL* et al. (1997), *REICHARDT* et al. (1997), *WARZECHA* und *REICHARDT* (1997), *FRELICH* et al. (1998), *HOVING-BOLINK* et al. (1999b), *AUGUSTINI* und *TRÖGER* (2001), *KÖGEL* et al. (2001), *SZÜCS* et al. (2001a), *SAMI* et al. (2004), *SOCHOR* et al. (2005) und *DANNENBERGER* et al. (2006) für Jungbullen in vergleichbarem Alter gefunden hatten (Tab. 7). Die geringeren Schlachtkörpergewichte von Jungfärsen (*KÖGEL* et al., 1989; *AUGUSTINI* et al., 1992; *KÖGEL* et al., 1998; *SCHWARZ* et al., 1998; *HOVING-BOLINK* et al., 1999a; *KÖGEL* et al., 2001; *REVERTER* et al., 2003a) führten offenbar in dem vorliegenden gemischten Material zu der geringen Reduzierung des Mittelwerts gegenüber den Literaturwerten bei Jungbullen.

Bei den Mastrindern ergab sich für die Fleischigkeitsklasse bei einer Standardabweichung von 0,62 Punkten ein Mittelwert von 3,27 Punkten, der wiederum zwischen den Literaturwerten für Jungbullen (*FRICKH* und *SÖLKNER*, 1997; *KÖGEL* et al., 1997; *ROFFEIS*, 1999; *KÖGEL* et al., 2001; *MAHER* et al., 2004c; *SAMI* et al., 2004) und für Jungfärsen (*WARZECHA* und *REICHARDT*, 1997; *KÖGEL* et al., 1998; *SCHWARZ* et al., 1998; *KÖGEL* et al., 2001) bzw. für Jungochsen (*ROFFEIS*, 1999; *REALINI* et al., 2004) lag (Tab. 8).

Der Mittelwert von 2,84 Punkten für die Fettgewebeklasse bei einer Standardabweichung von 0,52 Punkten lag im gleichen Bereich wie für Jungbullen (Tab. 9) bei *KÖGEL* et al. (1997), *ROFFEIS* (1999), *KÖGEL* et al. (2001), *MOLONEY* et al. (2004) sowie *SAMI* et al. (2004) und für Jungfärsen bei *WARZECHA* und *REICHARDT* (1997), *KÖGEL* et al. (1998) sowie

KÖGEL et al. (2001). Allerdings zeigten Jungbullen bei MAHER et al. (2004c), Jungfärsen bei SCHWARZ et al. (1998) sowie Jungochsen bei CHAMBAZ et al. (2003) deutlich höhere Einstufungen in der Fettgewebeklasse. Die Standardabweichung hatte die gleiche Größenordnung wie bei SCHWARZ et al. (1998).

Insgesamt zeigten die Mastrinder bei diesem Material (III) eine mittlere bis gute Fleischleistung. Sie erfüllten bei der Schlachtkörperqualität im Mittel die Anforderungen an Qualitätsfleisch, welche die Centrale Marketing Agentur (CMA, 1996) und AUGUSTINI (1999) aufgezeigt hatten (Tab. 22).

5.1.2 Fleischqualität

In Tabelle 31 sind die Mittelwerte und Standardabweichungen der Messungen der Fleischqualität bei den Weidekälbern (Material I) sowohl für 48 Stunden als auch 14 Tage post mortem (p.m.) dargestellt. Die pH-Werte lagen in beiden Fällen im Mittel zwischen 5,50 und 5,60 und damit im leicht sauren Bereich, wie es für Rind- bzw. Kalbfleisch guter Qualität gefordert wird (TEMISAN und AUGUSTINI, 1987, Tab. 21; ENDER und AUGUSTINI, 1998, Tab. 23). Wie die niedrigen Variationskoeffizienten von 3,2 bzw. 2,7 % zeigten, ergab sich für die pH-Werte nur eine geringe Variation. Der pH-Wert nach der Reifung ($\text{pH}_{14\text{d}}$) war nur geringfügig niedriger als der 48 Stunden nach der Schlachtung gemessene Wert ($\text{pH}_{48\text{h}}$), er war also schon nach dem Schlachten relativ stabil.

Die Helligkeitswerte (L^* -Werte) lagen ebenfalls im Mittel nahe beieinander. Der kleine Unterschied zwischen den Helligkeitswerten nach dem Schlachten ($L^*_{48\text{h}}$) und nach der Reifung ($L^*_{14\text{d}}$) zeigte jedoch entgegen der Erwartung, dass das Fleisch während der Reifung durch Oxydation dunkler wird, eine geringe Aufhellung. Diese Erscheinung verdient wegen ihrer Geringfügigkeit vielleicht keine große Beachtung. Sie könnte eventuell auf eine spezielle Behandlung der Fleischproben zurückgeführt

Tabelle 31: Fleischqualität der Weidekälber: Tierzahl (N), arithmetischer Mittelwert (\bar{Y}), Standardabweichung (s), Variationskoeffizient (VK) und Extremwerte (Min., Max.)

Merkmale	N	\bar{Y}	s	VK (%)	Min.	Max.
8. pH-Wert _{48h}	276	5,59	0,20	3,2	5,24	6,36
9. pH-Wert _{14d}	276	5,54	0,15	2,7	5,12	6,14
10. L*-Wert _{48h}	276	36,68	4,18	11,4	24,07	43,67
11. L*-Wert _{14d}	276	36,96	4,28	11,6	24,03	46,38
12. a*-Wert _{48h}	276	20,71	2,21	10,7	12,11	26,22
13. a*-Wert _{14d}	276	20,01	1,94	9,7	14,97	25,69
14. b*-Wert _{48h}	276	6,16	1,56	25,4	1,12	10,19
15. b*-Wert _{14d}	276	4,10	1,30	31,6	1,68	8,52
16. WBS _{48h} roh (kg)	276	4,22	1,23	29,1	1,60	9,34
17. WBS _{14d} roh (kg)	276	4,09	1,49	36,4	1,72	8,97
18. WBSg _{14d} gekocht (kg)	276	4,13	1,38	33,4	1,50	8,47
19. Intramusk. Fettgehalt (%)	276	1,64	1,25	76,3	0,23	6,48
20. Sichtbarer Fettanteil (%)	130	1,06	0,59	55,4	0,05	3,16

werden. Die frischen Fleisch-proben (L^*_{48h} , a^*_{48h} , b^*_{48h}) wurden nach der Zerlegung erst nach der Aufnahme der Videobilder mit dem Chromameter gemessen, deshalb waren sie möglicherweise länger der Oxydation ausgesetzt als die für die Reifezeit vakuumverpackten Fleischproben für die Messung nach 14 Tagen (L^*_{14d} , a^*_{14d} , b^*_{14d}). Die Standardabweichungen lagen mit 4,18 bzw. 4,28 in ähnlicher Größenordnung, insgesamt war die Variation jedoch höher als bei den pH-Werten.

Auch der Rotton (a^* -Wert) war zwischen den Messungen nach der Schlachtung und nach der Reife ähnlich. Hier war jedoch der a^* -Wert 48 Stunden p.m. etwas höher als der Wert nach 14 Tagen (a^*_{14d}), d.h. die Intensität des Rottons wurde mit der Reifung etwas geringer. Die Variation lag mit einem Variationskoeffizienten von ca. 10 % in einem ähnlichen Bereich wie bei der Farbhelligkeit.

Die Gelbtonwerte (b^* -Werte) zeigten insgesamt eine geringere Farbintensität als beim Rotton an. Die Intensität war nach der Reifung (b^*_{14d}) ebenfalls etwas geringer als nach der Schlachtung (b^*_{48h}). Die b^* -Werte

variieren mit Variationskoeffizienten von 25,4 bzw. 31,6 % jedoch deutlich stärker als Farbhelligkeits- und Rottonwerte.

Die Scherkraftwerte lagen in der Größenordnung von 4 Kilogramm. Der Scherkraftwert für das rohe Fleisch war nach der Schlachtung (WBS_{48h}) mit 4,22 kg etwas höher als der Wert von 4,09 kg nach der Reifung (WBS_{14d}). Dies entsprach der Erwartung, dass das Fleisch nach der Reifung zarter ist. Der Scherkraftwert für das gekochte Fleisch nach der Reifung ($WBSg_{14d}$) war mit 4,13 kg zwar geringer als der Scherkraftwert für rohes Fleisch nach der Schlachtung (WBS_{48h}), jedoch leicht höher als der Wert nach der Reife (WBS_{14d}). Die Standardabweichungen für die Scherkraftwerte zeigten eine ähnliche Größenordnung, waren aber relativ hoch, wie auch die Variationskoeffizienten zwischen 29,1 und 36,4 % nachwiesen.

Der intramuskuläre Fettgehalt war bei den Weidekälbern mit 1,64 % natürlich sehr niedrig, da es sich um junge Tiere handelte. Die Standardabweichung mit einem Wert von 1,25 % und der sehr hohe Variationskoeffizient von 76,3 % deuten an, dass dieses Merkmal eine etwas schiefe Verteilung aufwies. Offenbar gab es viele Tiere mit einem geringen Fettgehalt und doch einige wenige Tiere, deren intramuskulärer Fettgehalt deutlich höher war bis zum Extremwert von 6,48 Prozent. In ähnlicher Weise ergab sich für den mit Videobildanalyse ermittelten sichtbaren Fettanteil bei einem Mittelwert von 1,06 % mit einer Standardabweichung von 0,59 % und einem hohen Variationskoeffizienten von 55,4 % ebenfalls eine etwas schiefe Verteilung bei Extremwerten zwischen 0,05 und 3,16 Prozent. Offenbar hatten die jungen Weidekälber in der Mehrzahl sehr wenig intramuskuläres Fett und nur einige wenige Tiere zeigten einen etwas höheren Fettanteil im Fleisch.

Beim Vergleich mit der Literatur zeigte sich für die pH-Werte des vorliegenden Materials der Weidekälber ein ähnliches Niveau wie bei *GOLZE* und *KRÜGER* (2003) bei 48 Stunden p.m. (Tab. 10b) und etwas niedrigere Werte als bei *CERDEÑO* et al. (2006) bei 24 Stunden p.m. (Tab. 10a).

Die pH-Werte für Jungrinder lagen im Mittel der Literaturwerte (Tab. 10a u. 10b) in der gleichen Größenordnung, es ergaben sich jedoch bei der

größeren Anzahl von Untersuchungen auch deutlichere Abweichungen nach oben, (*REALINI* et al., 2004, *BLANCO* et al., 2008a, [Tab. 10a]; *KADIM* et al., 2004, *SOCHOR* et al., 2005, [Tab. 10b]) und unten (*KIM* et al., 2003, *VARELA* et al., 2004, [Tab. 10a]; *SCHWARZ* et al., 1998, *MAHER* et al., 2004b, *SOCHOR* et al., 2005, *FRICKH* et al., 2002, *MAHER* et al., 2004a, [Tab. 10b]).

Bei den Merkmalen der Fleischfarbe wichen die Werte aus dem vorliegenden Material der Weidekälber (I) sowohl 48 Stunden als auch 14 Tage nach der Schlachtung mehr oder weniger deutlich von den Vergleichswerten aus den anderen Untersuchungen an Kälbern (Tab. 11) ab. So hatten *SZÜCS* et al. (2001b) bei etwas jüngeren Tieren 24 Stunden nach der Schlachtung deutlich niedrigere Werte für Farbhelligkeit (L^* -Wert), Rotton (a^* -Wert) und Gelbton (b^* -Wert) gefunden. *CERDEÑO* et al. (2006) hatten jedoch bei etwas älteren Mastkälbern in natürlicher Aufzucht 24 Stunden nach der Schlachtung und *SCHNÄCKEL* et al. (2000) bei Weidekälbern in ähnlichem Alter 48 Stunden p.m. deutlich höhere Werte für die Farbhelligkeit (L^*) und den Gelbton (b^*), aber niedrigere Werte für den Rotton (a^*) festgestellt. Die erheblichen Unterschiede zwischen den Werten, die sich in den verschiedenen Untersuchungen auch bei Jungrindern (Tab. 11) für unterschiedliche Bedingungen ergeben hatten, zeigten, dass die Farbmerkmale von vielen Faktoren abhängig sind.

Die Scherkraftwerte waren in dem vorliegenden Material deutlich geringer als die vergleichbaren Werte von Weidekälbern (Tab. 12) bei *GOLZE* und *KRÜGER* (2003). Dies galt sowohl 48 Stunden p.m. als auch für den Zeitpunkt von 14 bzw. 16 Tagen nach der Schlachtung. Bei Mastkälbern hatten *REVILLA* und *VIVAR-QUINTANA* (2006) sowohl 3 Tage als auch 7 Tage nach der Schlachtung und *CERDEÑO* et al. (2006) 7 Tage p.m. in der Regel ebenfalls höhere Scherkraftwerte gefunden. Das bedeutete, dass die Kälber in der vorliegenden Untersuchung ein vergleichsweise zartes Fleisch aufwiesen. Der Vergleich mit den Ergebnissen bei Jungrindern (Tab. 12) zeigte, dass auch bei vielen Untersuchungen dieser älteren Tiere ähnlich geringe Scherkraftwerte gefunden wurden. Gleichzeitig wurden aber auch in vielen Untersuchungen deutlich höhere Werte und nur in wenigen

Untersuchungen niedrigere Werte festgestellt. Ähnlich wie bei den Merkmalen der Fleischfarbe zeigte sich hier, dass der Scherkraftwert von vielen Faktoren abhängig ist.

Der intramuskuläre Fettgehalt war in der vorliegenden Untersuchung mit 1,64 % deutlich höher als die Werte von *SZÜCS* et al. (2001b) bei jüngeren Kälbern, während bei Mastkälbern (Tab. 13) *REVILLA* und *VIVAR-QUINTANA* (2006) etwas höhere Werte und *CERDEÑO* et al. (2006) bei etwas älteren Kälbern sehr viel höhere Werte beobachteten. In der Regel hatten Jungrinder (Tab. 13) intramuskuläre Fettgehaltswerte zwischen 1,5 und 3,5 % aufgewiesen. Es ergaben sich jedoch auch niedrigere Werte für Jungbullen bei *FIEMS* et al. (2000), *AUGUSTINI* (2001), *AUGUSTINI* und *TRÖGER* (2001) *SZÜCS* et al. (2001b) und *MAHER* et al. (2004c) sowie für Jungochsen bei *ROFFEIS* (1999). Höhere Werte fanden für Jungbullen *WARZECHA* und *REICHARDT* (1997), *SZÜCS* et al. (2001b), *MOLONEY* et al. (2004) und *CERDEÑO* et al. (2006) sowie für Jungfärsen *SCHWARZ* et al. (1998), *FRICKH* et al. (2002) und *REVERTER* et al. (2003a).

Der mit Hilfe der computergestützten Videobildanalyse geschätzte sichtbare Fettanteil war in der vorliegenden Untersuchung mit 1,06 % etwas niedriger als der bei den etwas jüngeren Kälbern mit gefärbten Proben (Tab. 14a) geschätzte sichtbare Fettanteil bei *ALBRECHT* et al. (1997). Die anderen Werte aus der Literatur (Tab. 14a u. 10b) wurden an Jungrindern und Rindern höherer Altersstufen gemessen und waren dementsprechend in der Regel höher. Lediglich *TÖZSER* et al. (2003) fanden bei Jungbullen ähnlich niedrige Werte, wie sie die Kälber in der vorliegenden Untersuchung aufwiesen. Zum Teil stellten die Autoren aber auch sowohl bei gefärbten (*ALBRECHT* et al., 1997; *YANG* et al., 2006) als auch bei ungefärbten Proben (*GERARD* et al., 1996; *SCHUTTE* et al., 1998; *FRICKH*, 2003) für europäische Rassen und Kreuzungen sichtbare Fettanteile zwischen 5 und 9 % fest. Die hohen Fettanteile, wie sie *ISHII* et al. (1992), *KUCHIDA* et al. (1992) und besonders *KUCHIDA* et al. (2000) an japanischen Rindern beobachteten, waren vor allem dem genetischen Potenzial der dortigen Rinder und den besonderen Mastverfahren in Japan zuzuschreiben.

Insgesamt zeigten die Weidekälber des untersuchten Materials (I) also eine hohe Fleischqualität. Beim Vergleich mit den Anforderungen für Qualitätsfleisch für Weidekälber (Tab. 23) waren die Richtwerte für den pH-Wert erfüllt und für den Scherwert ungefähr eingehalten. Für den Fettgehalt gab es bei den Kälbern keine Mindestanforderung, da das Fleisch bei diesen jungen Tieren auch ohne höheren Fettanteil ausreichend zart ist. Die gegenüber den Anforderungen etwas geringe Farbhelligkeit (L^*) beruhte auf der natürlichen Weideaufzucht der Weidekälber, die zu stärker rotgefärbtem Fleisch führte.

5.2 Untersuchung der systematischen Effekte

5.2.1 Fleischleistung

Die Varianzanalyse für die Fleischleistung bei den Weidekälbern (I) wurde mit den im Kapitel „Material und Methoden“ beschriebenen Modellen durchgeführt und enthielt die fixen systematischen Effekte der Genotypgruppe (G), des Geburtsquartals (Q), die Interaktion der beiden Faktoren (GxQ) sowie je nach Beobachtungsmerkmal die Regressionen für das Alter beim Schlachten (A) und das Schlachtkörpergewicht (S). Die systematischen Effekte des Geschlechts, des Geburtsjahres sowie aller Interaktionen der Faktoren untereinander mit Ausnahme der Interaktion Genotypgruppe x Quartal (GxQ) wurden aufgrund der fehlenden Signifikanz in Voranalysen für die endgültige Analyse im Modell nicht berücksichtigt.

Die Least-Squares-Mittelwerte (LSM) (Tab. 32) entsprachen ungefähr den arithmetischen Mittelwerten der Stichprobe (Tab. 29), die Reststandardfehler (RSE) waren entsprechend der Erwartung etwas geringer als die Standardabweichungen (s).

Tabelle 32: Fleischleistung der Weidekälber (I): LS-Mittelwert (LSM), Reststandardfehler (RSE), Signifikanz der systematischen Effekte (*) und ggfs. Koeffizienten der Regressionsvariablen (β)

Merkmale	Signifikanz					(β)	
	LSM	RSE	G	Q	GxQ	A	S
2. Lebendgewicht (kg)	264,59	16,51	n.s.	n.s.	*	n.s.	-
3. Lebenstagszunahme (g)	1272	202	n.s.	*	*	-	-
5. Nettozunahme (g)	733	133	n.s.	*	*	-	-
6. Fleischigkeitsklasse (Pkt.)	2,83	0,45	n.s.	n.s.	n.s.	-,002*	,018*
7. Fettgewebeklasse (Pkt.)	2,00	0,47	*	*	n.s.	n.s.	n.s.

* signifikant mit $P < 0,05$

n.s.: nicht signifikant

Für die meisten Merkmale (Tab. 32) waren die Effekte des Quartals (Q) und die Interaktion Genotypgruppe x Quartal (GxQ) signifikant. Der Faktor Genotypgruppe zeigte nur bei dem Merkmal Fettgewebeklasse einen

signifikanten Effekt. Die beiden Kovariablen Alter und Schlachtkörpergewicht waren nur beim Merkmal Fleischigkeitsklasse signifikant. Die im Folgenden angeführten Abbildungen zeigen die Least-Squares-Mittelwerte (LSM), die für jedes Merkmal im Anhang tabellarisch dargestellt sind. Bei den Abbildungen muss immer beachtet werden, dass das Beobachtungsmerkmal auf der y-Achse nicht mit Null beginnt und die Unterschiede zwischen den Mittelwerten deshalb optisch größer erscheinen, als sie tatsächlich sind.

Der signifikante Interaktionseffekt zwischen Genotypgruppe und Geburtsquartal bei dem Merkmal Lebendgewicht bedeutete, dass die Geburtsquartale in unterschiedlichen Genotypgruppen unterschiedliche Effekte hatten, obwohl die beiden Einzelfaktoren nicht signifikant waren (Abb. 6).

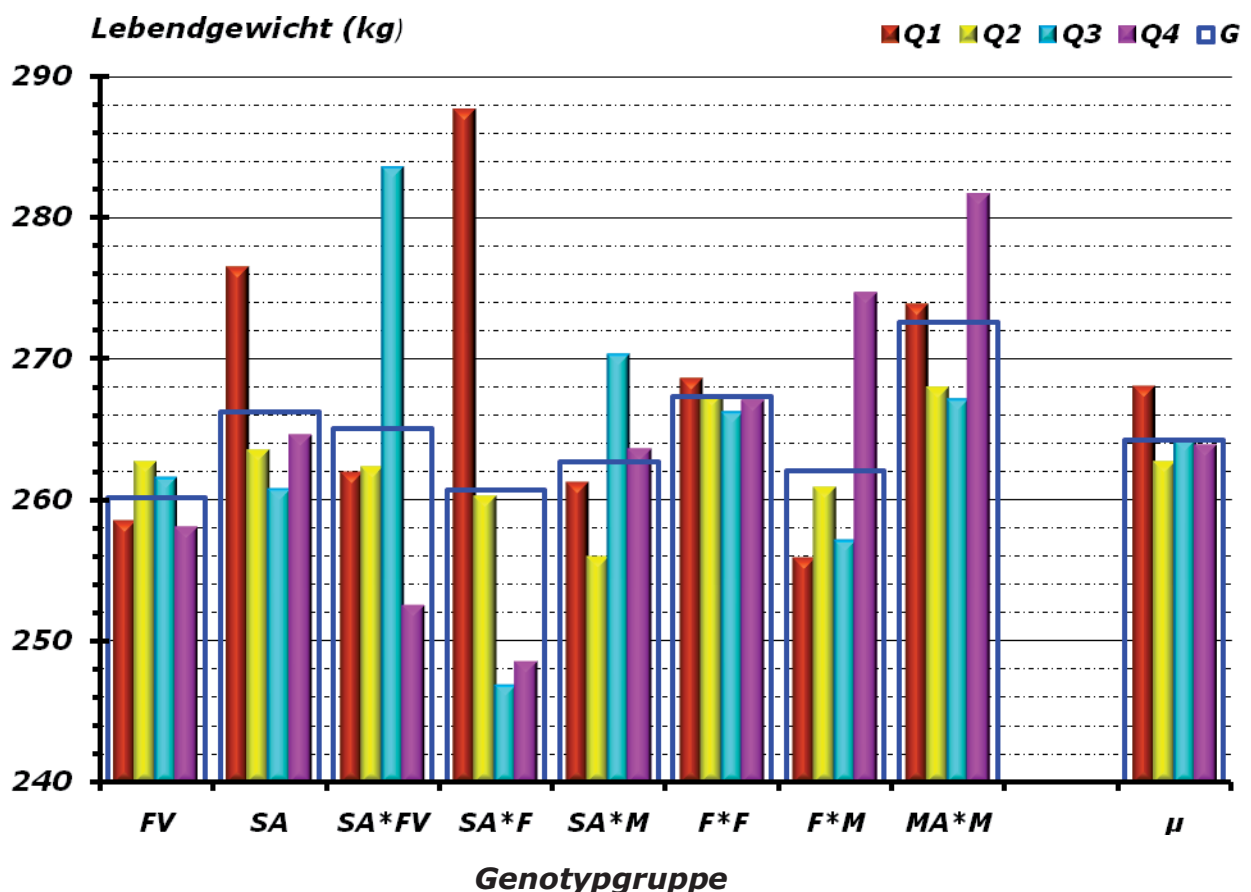


Abbildung 6: LS-Mittelwerte des Lebendgewichts (kg) für Genotypgruppen (G), Quartale innerhalb Genotypgruppen sowie Gesamtmittelwert (μ) und Quartale ($Q_1 - Q_4$) (s. Anhang Tab. 1)

Dies zeigten einerseits die Abweichungen der Geburtsquartale vom Gesamtmittelwert (μ) und andererseits die Abweichungen der Mittelwerte der einzelnen Genotypgruppen vom Gesamtmittelwert (μ). Wie aus der Abbildung deutlich zu sehen ist, waren die Unterschiede zwischen den Geburtsquartalen innerhalb der Genotypgruppen deutlich höher als die Unterschiede zwischen den Genotypgruppen.

So lagen die Mittelwerte der Genotypgruppen Fleckvieh (FV) und der Kreuzungen von Mast- mit Milchrassen (MA*M) bei 260,13 kg bzw. 272,57 kg (Anhang Tab. 1), zeigten also einen maximalen Unterschied von ca. 13 kg, der nicht signifikant war. Demgegenüber lag der Mittelwert des dritten (Q_3) bzw. des ersten Geburtsquartals (Q_1) innerhalb der Genotypgruppe Salers x Fleischrindrassen (SA*F) bei 246,78 kg bzw. 287,55 Kilogramm. Dieser höchste Unterschied zwischen Geburtsquartalen innerhalb einer Genotypgruppe betrug also mehr als 40 Kilogramm. Innerhalb anderer Genotypgruppen wie z.B. beim Fleckvieh (FV) waren die Unterschiede zwischen den Geburtsquartalen jedoch weitaus geringer. In der Summe war diese Interaktion zwischen Genotypgruppe und Geburtsquartal signifikant (Tab. 32). Diese signifikante Interaktion bedeutete aber auch, dass Unterschiede zwischen den Genotypgruppen innerhalb der verschiedenen Quartale vorhanden waren, beispielsweise innerhalb des ersten (Q_1) und des vierten Quartals (Q_4), obwohl sich ja die Unterschiede zwischen den Genotypgruppen im Mittel aller Quartale als nicht signifikant erwiesen hatten. Bei der Betrachtung der Abbildung 6 ist, wie vorher schon erwähnt, jedoch auch zu bedenken, dass die y-Achse, also das Lebendgewicht, nicht bei Null beginnt und die Unterschiede zwischen den Gruppenmittelwerten deshalb optisch größer erscheinen, als sie in Wirklichkeit sind.

Im vorliegenden Material ergaben sich also keine signifikanten Unterschiede zwischen den Mittelwerten der Genotypgruppen. Im Gegensatz dazu fanden GROTHEER (1996), GOLZE und KRÜGER (2003) sowie JAKUBEC et al. (2003) bei Weidekälbern und BLANCO et al. (2008b) bei Kälbern deutliche Unterschiede zwischen Rassen bzw. Genotypen (Tab.

4a). Effekte von Geburtsquartalen bzw. Saisoneffekte und Interaktions-effekte mit Rassen wurden von diesen Autoren in der Regel nicht berücksichtigt. Einerseits konnte die fehlende Signifikanz zwischen den Genotypgruppen in der vorliegenden Untersuchung an der einheitlichen Zielrichtung eines bestimmten Lebendgewichts vor der Schlachtung im Rahmen des Qualitätsprogramms der Erzeuger liegen. Andererseits zeigten sich doch erhebliche Unterschiede zwischen den Genotypgruppen innerhalb von Geburtsquartalen (Abb. 6). Für definierte Geburtsquartale ergaben sich also doch auch, wie in der Literatur für Weidekälber, deutliche Unterschiede zwischen Genotypgruppen.

Für die Lebenstagszunahme und die Nettozunahme waren die Effekte der Genotypgruppe (G) nicht signifikant, die Faktoren Geburtsquartal (Q) und Interaktion zwischen Genotypgruppe und Quartal (GxQ) zeigten jedoch Signifikanz (Tab. 32). Ähnlich wie beim Lebendgewicht waren die geringen Unterschiede der Mittelwerte der Genotypgruppen für das Merkmal Lebenstagszunahme (Abb. 7) deutlich zu sehen.

Die signifikanten Unterschiede zwischen den Mittelwerten der Geburtsquartale fielen andererseits bei diesem Merkmal entsprechend stärker aus als beim Lebendgewicht. Die Kälber, die im Winter (erstes Quartal Q_1) geboren wurden, hatten mit 1447,6 g eine sehr deutlich höhere Lebenstagszunahme als Tiere aus anderen Geburtsquartalen (Anhang Tab. 2). Auch herbst-geborene Kälber (Q_4) zeigten mit 1278,3 g eine bessere Lebenstagszunahme als Frühjahrs- (Q_2) und Sommergeburten (Q_3) mit 1195,5 g bzw. 1165,3 Gramm. Der maximale Unterschied betrug z.B. zwischen dem ersten (1447,6 g) und dem dritten Quartal (1165,3 g) damit über 280 Gramm. Die Unterschiede zwischen den Quartalen beruhten offensichtlich vorwiegend auf den unterschiedlichen Futter- und Umweltbedingungen in den verschiedenen Jahreszeiten.

Auch bei der Lebenstagszunahme war die signifikante Interaktion zwischen den Quartalen innerhalb der Genotypgruppen deutlich zu sehen, vor allem bei den Genotypgruppen Salers x Fleischrassen ($SA \cdot F$) mit einer täglichen Zunahme von 1713,8 g für das erste und 980,0 g für das dritte Quartal, Salers x Milchrassen ($SA \cdot M$) mit einer Zunahme von 1504,4 g für

das erste und 1064,2 g für das zweite Quartal sowie Mast- x Milchrassen (MA*M) mit einer Zunahme von 1456,5 g für das erste und 1023,4 g für das zweite Quartal. Auch bei diesem Merkmal ist darauf hinzuweisen, dass trotz der nicht signifikanten Unterschiede der Mittelwerte der Genotypgruppen die Werte der Genotypgruppen innerhalb des gleichen Quartals deutlich verschieden waren (Abb. 7).

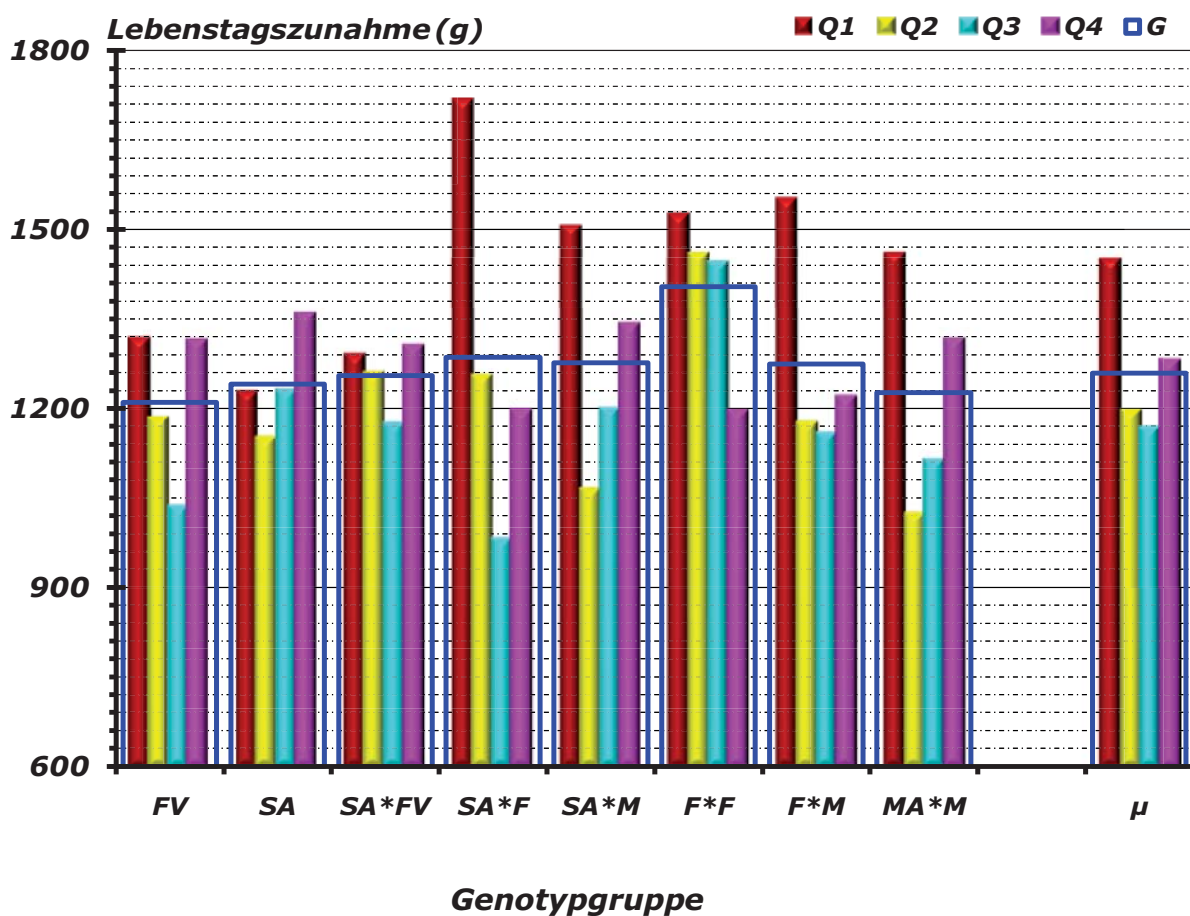


Abbildung 7: LS-Mittelwerte der Lebensstagszunahme (g) für Genotypgruppen (G), Quartale innerhalb Genotypgruppen sowie Gesamtmitelwert (μ) und Quartale ($Q_1 - Q_4$) (s. Anhang Tab. 2)

Besonders ausgeprägte Beispiele waren das erste Quartal (Q_1) mit Unterschieden zwischen 1713,8 g für die Genotypgruppe Salers x Fleischrassen (SA*F) und 1227,4 g für die Genotypgruppe Salers (SA) sowie das zweite Quartal (Q_2) mit Unterschieden zwischen 1457,1 g für die Genotypgruppe Fleisch- x Fleischrassen (F*F) und 1023,4 g für die Genotypgruppe Mast- x Milchrassen (MA*M).

Für die Lebenstagszunahme hatten *ROFFEIS* et al. (2001) an einem großen Material bei Weidekälbern deutliche Unterschiede zwischen Vaterassen, aber noch etwas größere Unterschiede zwischen Geburtsquartalen und damit ähnliche Ergebnisse wie in der vorliegenden Untersuchung gefunden (Tab. 5a). *GOLZE* und *KRÜGER* (2003) sowie *JAKUBEC* et al. (2003) beobachteten ebenfalls deutliche Unterschiede zwischen den Rassen bzw. Genotypen. Wie bereits bei dem Merkmal Lebendgewicht festgestellt, bedeutete die signifikante Interaktion zwischen den Genotypgruppen und den Geburtsquartalen, dass die Genotypgruppen sich innerhalb bestimmter Geburtsquartale signifikant unterschieden. Insofern waren die Ergebnisse für die Lebenstagszunahme konsistent mit den angeführten Ergebnissen für Weidekälber in der Literatur. Die Mittelwerte für die Lebenstagszunahme waren in der vorliegenden Untersuchung insgesamt etwas höher als die Vergleichswerte für die Weidekälber in der Literatur (Tab. 5a) und entsprachen in der Größenordnung etwa den bei Jungrindern beobachteten Leistungen (Tab. 5b) mit Ausnahme der relativ niedrigen Lebenstagszunahme von Färsen bei *KÖGEL* et al. (1998). Die von *KÖGEL* et al. (1997), *SOCHOR* et al. (2005) und *STEINWIDDER* et al. (2007) bei Jungbullen sowie von *CHAMBAZ* et al. (2001) bei Jungochsen beobachteten Unterschiede zwischen Rassen und Genotypen wurden im vorliegenden Material nicht in der gleichen Weise bestätigt, sondern nur im Rahmen der Interaktion zwischen Genotypgruppen und einzelnen Geburtsquartalen aufgezeigt. Offenbar waren die Unterschiede zwischen den Genotypen bei den jüngeren Weidekälbern noch nicht so deutlich ausgeprägt wie bei den etwas älteren Jungrindern in der Literatur.

Auch bei der Nettozunahme waren die Unterschiede zwischen den Mittelwerten den Genotypgruppen (G) nicht signifikant (Tab. 32), die Faktoren Geburtsquartal (Q) und die Interaktion Genotypgruppe x Geburtsquartal (GxQ) zeigten jedoch Signifikanz. In Abbildung 8 ist erkennbar, dass die Unterschiede zwischen den Genotypgruppen sehr gering waren. Die signifikanten Unterschiede zwischen den Geburtsquartalen zeigten sich jedoch deutlich. Dabei war, ebenso wie bei der Lebenstagszunahme, die Nettozunahme von Kälbern aus Wintergeburten (Q₁) mit 851,1 g deutlich höher

als die Nettozunahme von Tieren aus den anderen Geburtsquartalen (Anhang Tab. 3).

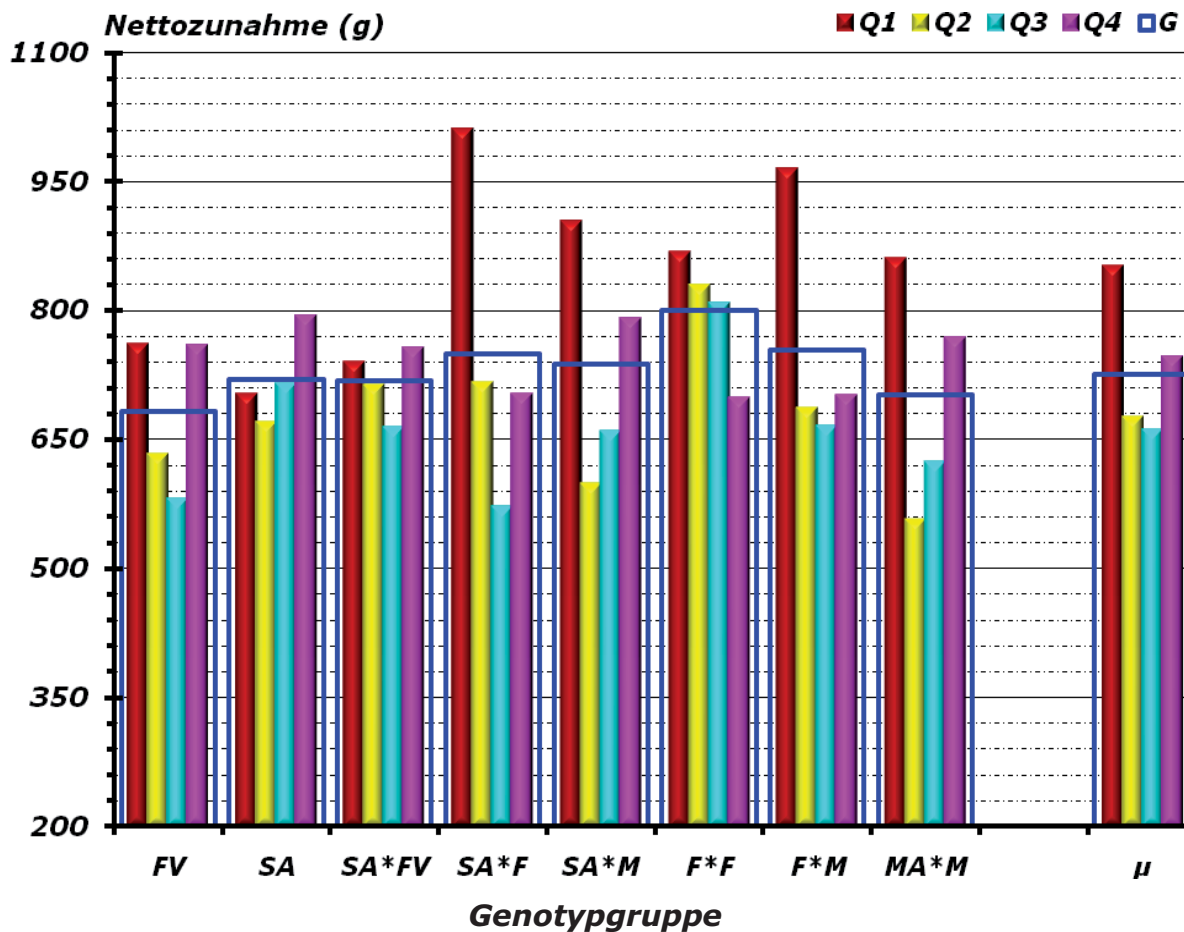


Abbildung 8: LS-Mittelwerte der Nettozunahme (g) für Genotypgruppen (G), Quartale innerhalb Genotypgruppen sowie Gesamtmittelwert (μ) und Quartale ($Q_1 - Q_4$) (s. Anhang Tab. 3)

Ebenso hatten die Kälber aus Herbstgeburten (Q_4) mit 746,2 g eine höhere Nettozunahme als die Kälber aus Frühjahrs- (Q_2) und Sommergeburten (Q_3) mit 675,3 g bzw. 660,9 g pro Tag. Die signifikante Interaktion zwischen Genotypgruppe und Geburtsquartal ($G \times Q$) zeigte sich sehr deutlich in den großen Unterschieden zwischen den Quartalen der Genotypgruppen Salers x Fleischrasse ($SA \times F$), Salers x Milchrasse ($SA \times M$) und Mast- x Milchrasse ($MA \times M$) einerseits und den geringen Unterschieden zwischen den Quartalen der Genotypgruppen Salers (SA) und Salers x Fleckvieh ($SA \times FV$) andererseits.

ROFFEIS et al. (2001) sowie vor allem *GOLZE* und *KRÜGER* (2003) fanden bei Weidekälbern für die Nettozunahme wie für die Lebenstagszunahme deutliche Unterschiede zwischen Vatterassen bzw. zwischen Rassen und Genotypen (Tab. 6). Während die Leistungen bei *ROFFEIS* et al. (2001) in derselben Größenordnung lagen wie in der vorliegenden Untersuchung, hatten bei *GOLZE* und *KRÜGER* (2003) die Kreuzungsgenotypen eine erheblich bessere Nettozunahme. Insgesamt lagen die Zunahmen bei den Weidekälbern in einer ähnlichen Größenordnung wie die Zunahmen von älteren Jungbullen (*KÖGEL* et al., 1997; *FRELICH* et al., 1998; *KÖGEL* et al., 2001; *SOCHOR* et al., 2005), während Jungfärsen (*KÖGEL* et al., 1998; *KÖGEL* et al., 2001) und Jungochsen (*CHLADEK* und *INGR*, 2003) eine deutlich geringere Nettozunahme aufwiesen. Bei dem insgesamt geringeren Ausmaß der Nettozunahme waren die Unterschiede zwischen den Rassen und Genotypen bei den Jungrindern weniger ausgeprägt als bei der Lebenstagszunahme.

Bei der Fleischigkeitsklasse, der ersten Komponente der Handelsklasse, waren weder die Faktoren Genotypgruppe (G) und Geburtsquartal (Q) noch ihre Interaktion (GxQ) signifikant (Tab. 32). Allerdings war die Fleischigkeitsklasse das einzige Merkmal der Fleischleistung, bei dem die Kovariablen Alter beim Schlachten (A) und Schlachtkörpergewicht (S) Signifikanz zeigten. Die Regression zwischen Fleischigkeitsklasse und Alter war gering und leicht negativ, d. h. bei höherem Alter ergab sich eine etwas niedrigere Punktzahl in der Fleischigkeitsklasse. Der Regressionskoeffizient zwischen Fleischigkeitsklasse und Schlachtkörpergewicht war etwas höher und positiv, d. h. mit höherem Schlachtkörpergewicht war auch die Punktzahl für die Fleischigkeitsklasse höher.

ROFFEIS et al. (2001) hatten bei Weidekälbern für die Fleischigkeitsklasse zwar ebenfalls geringe Unterschiede zwischen Geburtsquartalen, aber deutliche Unterschiede zwischen Vatterassen gefunden (Tab. 8). Dagegen waren die Unterschiede zwischen den Genotypen bei Mastkälbern nur gering (*REVILLA* und *VIVAR-QUINTANA*, 2006). Bei Jungbullen zeigten sich einerseits deutliche Unterschiede zwischen Rassen und Genotypen

(FRICKH und SÖLKNER, 1997; KÖGEL et al., 1997; KÖGEL et al., 2001; HOLLÓ et al., 2004), andererseits wurden nur geringe Unterschiede beobachtet (HOVING-BOLINK et al., 1999b; MAHER et al., 2004c). Für Jungfärsen ergaben sich bei WARZECHA und REICHARDT (1997), SCHWARZ et al. (1998) sowie KÖGEL et al. (2001) ebenfalls deutliche Unterschiede zwischen Genotypen wie für Jungochsen bei CHAMBAZ et al. (2003), während HOVING-BOLINK et al. (1999b) bei Färsen keine Unterschiede zwischen Genotypen fanden.

Möglicherweise war in der vorliegenden Untersuchung das Bestreben der Erzeuger, ein bestimmtes einheitliches Endprodukt mit definiertem Gewicht und definierter Schlachtkörperqualität (Handelsklasse bzw. Fleischigkeitsklasse) zu erzeugen, so erfolgreich, dass Unterschiede zwischen den Genotypgruppen und Geburtsquartalen dadurch verdeckt wurden.

Bei dem Merkmal Fettgewebeklasse, der zweiten Komponente der Handelsklasse, waren die Einzelfaktoren Genotypgruppe (G) und Geburtsquartal (Q) signifikant (Tab. 32). Die Interaktion Genotypgruppe x Quartal (GxQ) und die Kovariablen Alter beim Schlachten (A) und Schlachtkörpergewicht (S) zeigten dagegen keine Signifikanz. Auf den ersten Blick waren in Abbildung 9 deutlichere Unterschiede zwischen den Genotypgruppen zu erkennen. Gleichzeitig zeigten sich gegenüber den Abbildungen für die Mittelwerte von Genotypgruppen und Geburtsquartalen bei anderen Merkmalen der Fleischleistung geringere Unterschiede zwischen den Geburtsquartalen innerhalb der Genotypgruppen. Während für die Genotypgruppe Salers x Fleckvieh (SA*FV) mit 1,56 Punkten deutlich der geringste Punktwert festgestellt wurde, ergab sich für die Genotypgruppe Mast- x Milchrasse (MA*M) mit 2,24 Punkten der höchste Wert (Anhang Tab. 5). Die Unterschiede zwischen den Quartalen erschienen bei den Werten von 2,12 Punkten für das zweite Quartal (Q₂) und 1,89 Punkten für das dritte Quartal (Q₃) deutlich geringer als die Unterschiede zwischen den Genotypgruppen.

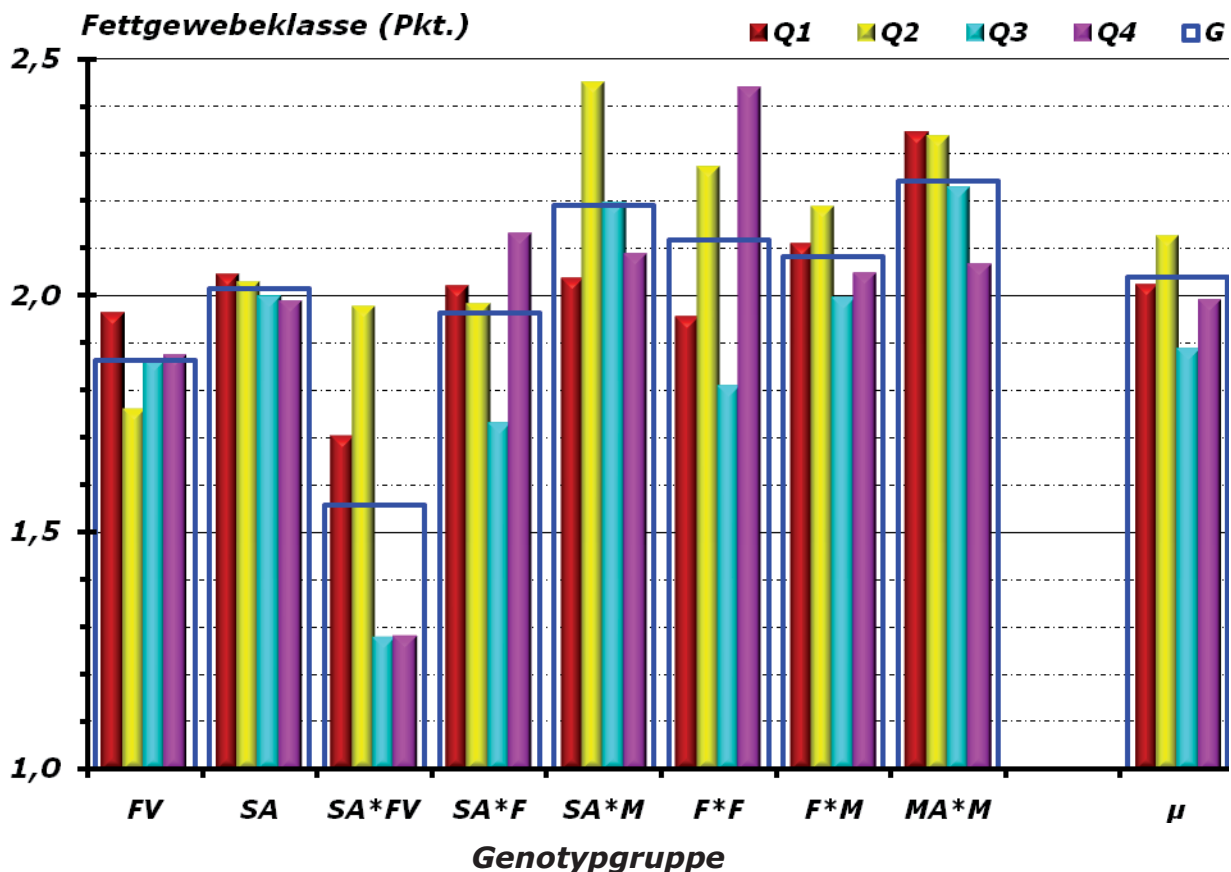


Abbildung 9: LS-Mittelwerte der Fettgewebeklasse (Pkt.) für Genotypgruppen (G), Quartale innerhalb Genotypgruppen sowie Gesamtmittelwert (μ) und Quartale ($Q_1 - Q_4$) (s. Anhang Tab. 5)

Die Gesamteinstufung für die Fettgewebeklasse lag in der vorliegenden Untersuchung mit 2,00 Punkten in der gleichen Größenordnung wie bei den Weidekälbern von *ROFFEIS* et al. (2001) (Tab. 9). Diese Autoren hatten jedoch geringere Unterschiede zwischen den Vatterassen und deutlichere Unterschiede zwischen den Geburtsquartalen gefunden. Bei Mastkälbern beobachteten *REVILLA* und *VIVAR-QUINTANA* (2006) keine Unterschiede zwischen Genotypen. Bei Jungbullen stellten jedoch *FRICKH* und *SÖLKNER* (1997), *KÖGEL* et al. (1997), *HOVING-BOLINK* et al. (1999b), *KÖGEL* et al. (2001) sowie *HOLLÓ* et al. (2004), bei Jungfärsen *WARZECHA* und *REICHARDT* (1997), *SCHWARZ* et al. (1998) sowie *KÖGEL* et al. (2001) und bei Jungochsen *CHAMBAZ* et al. (2003) ebenfalls Unterschiede zwischen Rassen und Genotypen fest.

Offenbar ergaben sich bei der Einstufung in der Fettgewebeklasse deutlichere Unterschiede aufgrund der genetischen Herkunft als bei der Einstufung in die Fleischigkeitsklasse. Die jahreszeitlichen Einflüsse der Geburtsquartale, also hauptsächlich Fütterungseinflüsse, waren demgegenüber weniger deutlich. Beide Faktoren, die Genotypgruppen (G) und die Quartale (Q), wirkten sich bei der Einstufung in der Fettgewebeklasse stärker aus als bei der Einstufung in der Fleischigkeitsklasse.

5.2.2 Fleischqualität

Bei der Varianzanalyse für die Merkmale der Fleischqualität bei den Weidekälbern (Material I) wurde wiederum das vollständige Modell mit den fixen Faktoren Genotypgruppe (G), Geburtsquartal (Q), der Interaktion Genotypgruppe x Geburtsquartal (GxQ) sowie den Kovariablen Alter beim Schlachten (A) und Schlachtkörpergewicht (S) zugrunde gelegt. Für das Merkmal sichtbarer Fettanteil (SFA, %) war die Interaktion Genotypgruppe x Quartal (GxQ) nicht signifikant. Da der Materialumfang (Material II) geringer war als für das Gesamtmaterial der Weidekälber (Material I), wurde zu Berechnung der Least-Squares-Mittelwerte eine neue Varianzanalyse ohne diese Interaktion durchgeführt.

Tabelle 33: Fleischqualität der Weidekälber (I): LS-Mittelwert (LSM), Reststandardfehler (RSE), Signifikanz der systematischen Effekte (*) und ggfs. Koeffizienten der Regressionsvariablen (β)

Merkmale	LSM	RSE	Signifikanz			(β)	
			G	Q	GxQ	A	S
8. pH-Wert _{48h}	5,58	0,16	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
9. pH-Wert _{14d}	5,55	0,13	*	n.s.	*	<,001*	n.s.
10. L*-Wert _{48h}	36,85	3,57	*	*	*	-,019*	n.s.
11. L*-Wert _{14d}	37,06	3,68	*	*	*	-,021*	n.s.
12. a*-Wert _{48h}	20,72	1,94	*	n.s.	*	n.s.	n.s.
13. a*-Wert _{14d}	20,00	1,73	*	n.s.	*	n.s.	n.s.
14. b*-Wert _{48h}	6,16	1,48	*	n.s.	n.s.	,006*	n.s.
15. b*-Wert _{14d}	3,99	1,17	*	*	n.s.	n.s.	n.s.
16. WBS _{48h} roh (kg)	4,17	1,12	*	n.s.	n.s.	n.s.	,012*
17. WBS _{14d} roh (kg)	4,27	1,24	*	*	*	n.s.	,013*
18. WBSg _{14d} gekocht (kg)	4,04	1,32	n.s.	n.s.	*	-,005*	n.s.
19. Intramusk. FG (%)	1,60	1,11	n.s.	*	*	n.s.	n.s.
20. SFA (%)	1,31	0,45	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.

* signifikant mit $P < 0,05$

n.s.: nicht signifikant

Für die meisten Merkmale der Fleischqualität waren die Unterschiede zwischen den Genotypgruppen signifikant und die Kovariable Schlachtkörpergewicht nicht signifikant (Tab. 33). Die Signifikanz der übrigen Faktoren war für die einzelnen Merkmale unterschiedlich, wobei sich für die Messzeitpunkte 48 Stunden p.m. und 14 Tage p.m. nicht immer dieselben Signifikanzen ergaben.

5.2.2.1 pH-Wert

Beim pH-Wert 48 Stunden p.m. war nur der Faktor Genotypgruppe (G) signifikant, während beim pH-Wert 14 Tage p.m. zusätzlich zur Genotypgruppe auch die Interaktion Genotypgruppe x Quartal (GxQ) und die Kovariable Alter beim Schlachten (A) Signifikanz zeigten (Tab. 33). Der Regressionskoeffizient zwischen pH-Wert 14 Tage p.m. und Alter beim Schlachten war mit $\beta < 0,001$ jedoch gering. Er bedeutete, dass bei einem Alter von einem Tag mehr als dem mittleren Alter beim Schlachten der pH-Wert um weniger als 0,001 höher war als der mittlere pH-Wert. Also waren trotz der Signifikanz der Kovariablen Alter bei den Weidekälbern keine bedeutenden Veränderungen aufgrund der Unterschiede im Alter zu erwarten. Der Least-Squares-Gesamtmittelwert sank von 5,58 für den pH-Wert 48 Stunden p.m. etwas ab auf einen Gesamtmittelwert von 5,55 nach 14 Tagen p.m. (Anhang Tab. 6 u. 7). Die Mittelwerte der Genotypgruppen für die Merkmale pH-Wert 48 Stunden p.m. und 14 Tage p.m. sind in Abbildung 10 vergleichend dargestellt. Die pH-Werte 48 Stunden p.m. variierten zwischen dem Höchstwert von 5,71 für die Genotypgruppe Salers (SA) und dem niedrigsten Wert von 5,49 für die Genotypgruppe Fleisch- x Milchrasse (F*M) ebenso wie die pH-Werte 14 Tage p.m. zwischen dem Höchstwert von 5,64 für Fleckvieh (FV) und dem niedrigsten Wert von 5,46 für die Kreuzung Salers x Fleischrasse (SA*F). Die Unterschiede zwischen den Genotypgruppen waren bei beiden Merkmalen zwar statistisch signifikant, in der Größenordnung jedoch nicht sehr bedeutend. Beim pH-Wert 48 Stunden p.m. ergaben sich Unterschiede zwischen Salers (SA) mit 5,71 als dem höchsten Wert, Fleckvieh (FV),

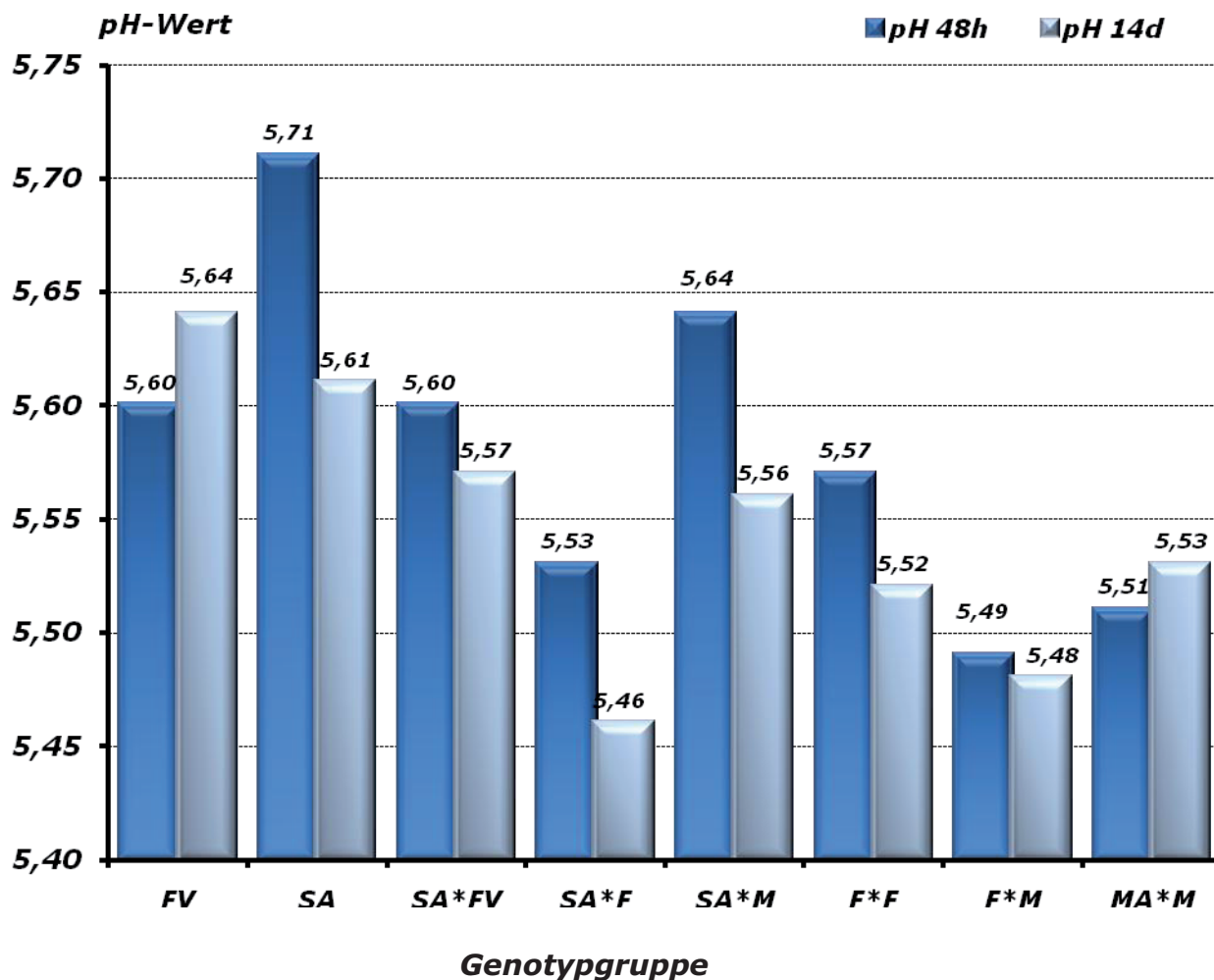


Abbildung 10: LS-Mittelwerte des pH-Wertes 48 h und 14 d p.m. für Genotypgruppen (G) (s. Anhang Tab. 6 u. 7)

Salers x Fleckvieh (SA*FV), Salers x Milchrasse (SA*M) und Fleisch- x Fleischrasse (F*F) mit mittleren pH-Werten von ca. 5,60 sowie Salers x Fleischrasse (SA*F), Fleisch- x Milchrasse (F*M) und Mast- x Milchrasse (MA*M) mit ca. 5,50 als den niedrigsten Werten. Beim pH-Wert 14 Tage p.m. variierten die Mittelwerte der Genotypgruppen etwas weniger, Fleckvieh (FV), Salers (SA), Salers x Fleckvieh (SA*FV) und Salers x Milchrasse (SA*M) zeigten mit ca. 5,60 die höheren Werte, während Salers x Fleischrasse (SA*F), Fleisch- x Fleischrasse (F*F), Fleisch- x Milchrasse (F*M) und Mast- x Milchrasse (MA*M) mit ca. 5,50 die niedrigeren Werten aufwiesen. Wie bereits erwähnt waren die Unterschiede jedoch gering.

Bei den meisten Genotypgruppen waren die pH-Werte 14 Tage p.m. etwas niedriger als der pH-Wert 48 Stunden post mortem. Für das Fleckvieh (FV) und die Genotypgruppe Mast- x Milchrasse (MA*M) ergab sich jedoch eine

leichte Erhöhung nach der Reifung. Offenbar hatte der pH-Wert 48 Stunden p.m. schon weitgehend den Endpunkt erreicht. Mit Werten zwischen 5,4 und 5,8 lagen die Mittelwerte der Genotypgruppen bei beiden Merkmalen in dem Bereich, der von *TEMISAN* und *AUGUSTINI* (1987) für Qualitätsrindfleisch (Tab. 21) und von *ENDER* und *AUGUSTINI* (1998) für Qualitätskalbfleisch (Tab. 23) angegeben wurde. *GOLZE* und *KRÜGER* (2003) hatten für Weidekälber sehr ähnliche Werte beobachtet (Tab. 10b). Einen leichten Abfall vom pH-Wert 24 h p.m. zum pH-Wert 14 d p.m. hatten auch *KÖGEL* et al. (1993) bei Jungbullen festgestellt (Tab. 10a u. b). Während *GOLZE* und *KRÜGER* (2003) bei Weidekälbern nur geringe Unterschiede zwischen Genotypen fanden, beobachteten *AUGUSTINI* et al. (1998) bei Jungbullen und *CHAMBAZ* et al. (2003) bei Jungochsen deutliche Unterschiede zwischen Rassen. Im Gegensatz dazu hatten *MAHER* et al. (2004b) und *OZAWA* et al. (2000) bei Ochsen keine signifikanten Unterschiede zwischen Genotypen bzw. Linien festgestellt.

5.2.2.2 Fleischfarbe

5.2.2.2.1 Helligkeit (L^*)

Die Farbhelligkeit (L^* -Wert) ist gegenüber dem Rotton (a^* -Wert) und dem Gelbton (b^* -Wert) die wichtigste der drei Komponenten der Fleischfarbe. Bei der Farbhelligkeit waren für die Messungen nach dem Schlachten (48 h p.m.) und nach der Reifung (14 d p.m.) die systematischen Effekte Genotypgruppe (G), Geburtsquartal (Q) und ihre Interaktion (GxQ) sowie die Regressionsvariable Alter beim Schlachten (A) signifikant, die Regressionsvariable Schlachtkörpergewicht (S) war jedoch nicht signifikant (Tab. 33).

Die Regressionskoeffizienten für das Alter waren für die beiden Messzeitpunkte sehr ähnlich und negativ, mit zunehmendem Alter war die Farbhelligkeit also etwas geringer und das Fleisch damit etwas dunkler.

Die Unterschiede zwischen den Genotypgruppen (G) waren beim Helligkeitswert (L^*) 48 Stunden p.m. signifikant, aber ziemlich gering (Abb. 11) mit Ausnahme der Genotypgruppen Salers x Fleckvieh (SA^*FV) und Salers

x Milchrasse (SA*M), die mit einem Wert von $L^*_{48h} = 36,25$ bzw. $33,30$ ein etwas bzw. deutlich dunkleres Fleisch aufwiesen als die übrigen Genotypgruppen (Anhang Tab. 8). Auch die Unterschiede zwischen Quartalen

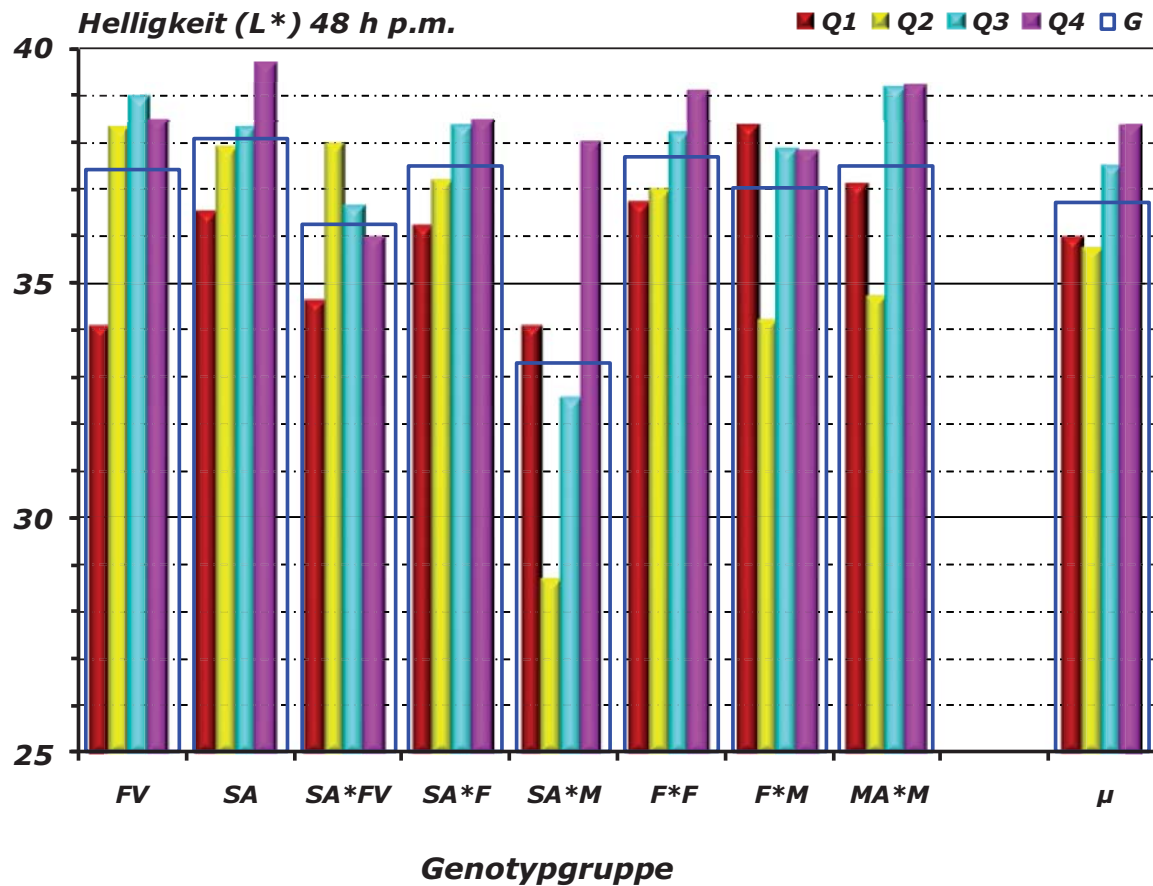


Abbildung 11: LS-Mittelwerte des Helligkeitswertes (L^*) 48 h p.m. für Genotypgruppen (G), Quartale innerhalb Genotypgruppen sowie Gesamtmittelwert (μ) und Quartale ($Q_1 - Q_4$) (s. Anhang Tab. 8)

waren signifikant, aber wenig ausgeprägt. Weidekälber aus Winter- und Frühjahrskalbungen ($L^*_{48h} = 35,92$ bzw. $35,70$) hatten etwas dunkleres Fleisch als Weidekälber aus Sommer- und Herbstkalbungen ($L^*_{48h} = 37,46$ bzw. $38,30$). Die ebenfalls signifikante Interaktion Genotypgruppe x Quartal ($G \times Q$) zeigte sich besonders deutlich beim Vergleich der beiden Genotypgruppen Salers x Fleischrasse ($SA \times F$), bei welcher die Unterschiede zwischen den Quartalsmittelwerten für den Winter (Q_1) mit $L^*_{48h} = 36,18$ und für den Herbst (Q_4) mit $L^*_{48h} = 38,43$ relativ gering waren, und

Salers x Milchrasse (SA*M), wo zwischen Frühjahr (Q_2) mit $L^*_{48h} = 28,67$ und Herbst (Q_4) mit $L^*_{48h} = 37,97$ sehr deutliche Unterschiede vorhanden waren.

Bei der Farbhelligkeit (L^* -Wert) 14 Tage p.m. (Abb. 12) ergab sich ein leicht höherer Wert von $L^*_{14d} = 37,06$ im Vergleich zu dem Wert $L^*_{48h} = 36,85$ nach dem Schlachten (Anhang Tab. 8 u. 9). Außerdem zeigten sich bei der Farbhelligkeit nach der Reifung sehr ähnliche systematische Effekte wie 48 Stunden post mortem. Die Genotypgruppe Salers x Fleckvieh (SA*FV) hatte ebenfalls mit einem Wert von $L^*_{14d} = 36,25$ ein leicht und die Genotypgruppe Salers x Milchrasse (SA*M) ein mit $L^*_{14d} = 33,40$ deutlich dunkleres Fleisch, während die übrigen Genotypgruppen nur geringe Abweichungen vom Gesamtmittelwert (μ) aufwiesen. Bei gleicher Rangierung der Quartalsmittelwerte (Q_1 bis Q_4) gab es ebenfalls signifikante, aber nur geringe Unterschiede. Die signifikante Interaktion zwischen Genotypgruppe und Quartal (GxQ) war besonders auffällig in der unterschiedlichen Reihenfolge der Quartalsmittelwerte beim Vergleich zwischen den Genotypgruppen Salers x Fleckvieh (SA*FV) und Salers x Milchrasse (SA*M).

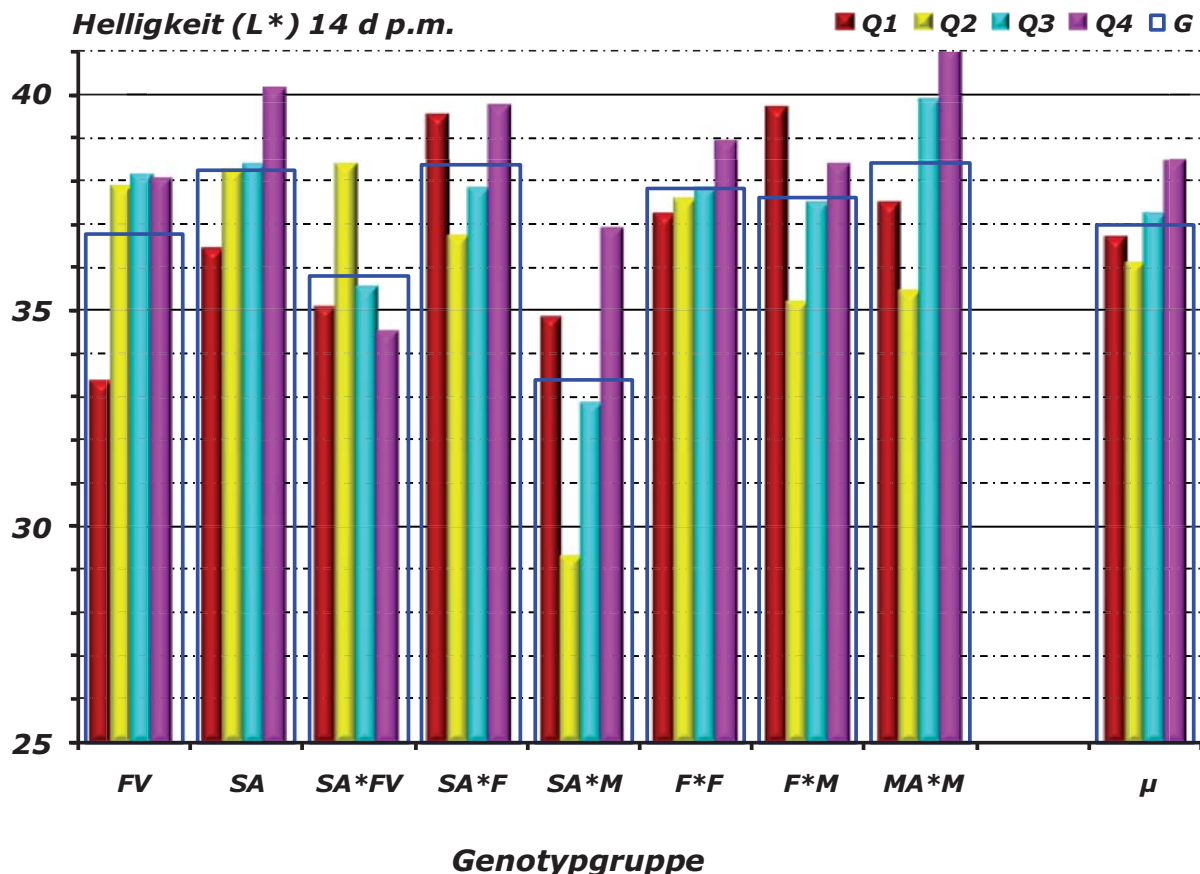


Abbildung 12: LS-Mittelwerte des Helligkeitswertes (L^*) 14 d p.m. für Genotypgruppen (G), Quartale innerhalb Genotypgruppen sowie Gesamtmittelwert (μ) und Quartale ($Q_1 - Q_4$) (s. Anhang Tab. 9)

Bei Weidekälbern in ähnlichem Alter wie in der vorliegenden Untersuchung hatten *SCHNÄCKEL* et al. (2000) zwar deutlich höhere Helligkeitswerte, aber nur geringe Unterschiede zwischen Rassen gefunden (Tab. 11). Auch *SZÜCS* et al. (2001b) fanden bei jüngeren Kälbern und niedrigeren Helligkeitswerten keine Unterschiede zwischen Rassen. Bei Jungbullen beobachteten *FRICKH* und *SÖLKNER* (1997), *REICHARDT* et al. (1997), *AUGUSTINI* et al. (1998), *HOVING-BOLINK* et al. (1999b), *SZÜCS* et al. (2001b) und *MAHER* et al. (2004c), bei Färsen *HOVING-BOLINK* et al. (1999b) und *SCHNÄCKEL* et al. (2000) sowie bei Ochsen *OZAWA* et al. (2000) und *CHAMBAZ* et al. (2003) nur geringe Unterschiede zwischen Rassen bzw. Genotypen oder Linien. Während *KIM* et al. (2003) unter koreanischen Verhältnissen ebenfalls nur geringe Unterschiede zwischen den Jahreszeiten feststellten, ergab sich bei *KADIM* et al. (2004) im Oman

für die heiße Jahreszeit (Sommer) ein deutlich geringerer Helligkeitswert und damit ein erheblich dunkleres Fleisch als für die kühle Jahreszeit (Winter).

Im Vergleich der Farbhelligkeit nach 48 Stunden (L^*_{48h}) und nach 14 Tagen (L^*_{14d}) zeigten sich nur geringe Veränderungen bei den Mittelwerten für die Genotypgruppen (Abb. 13).

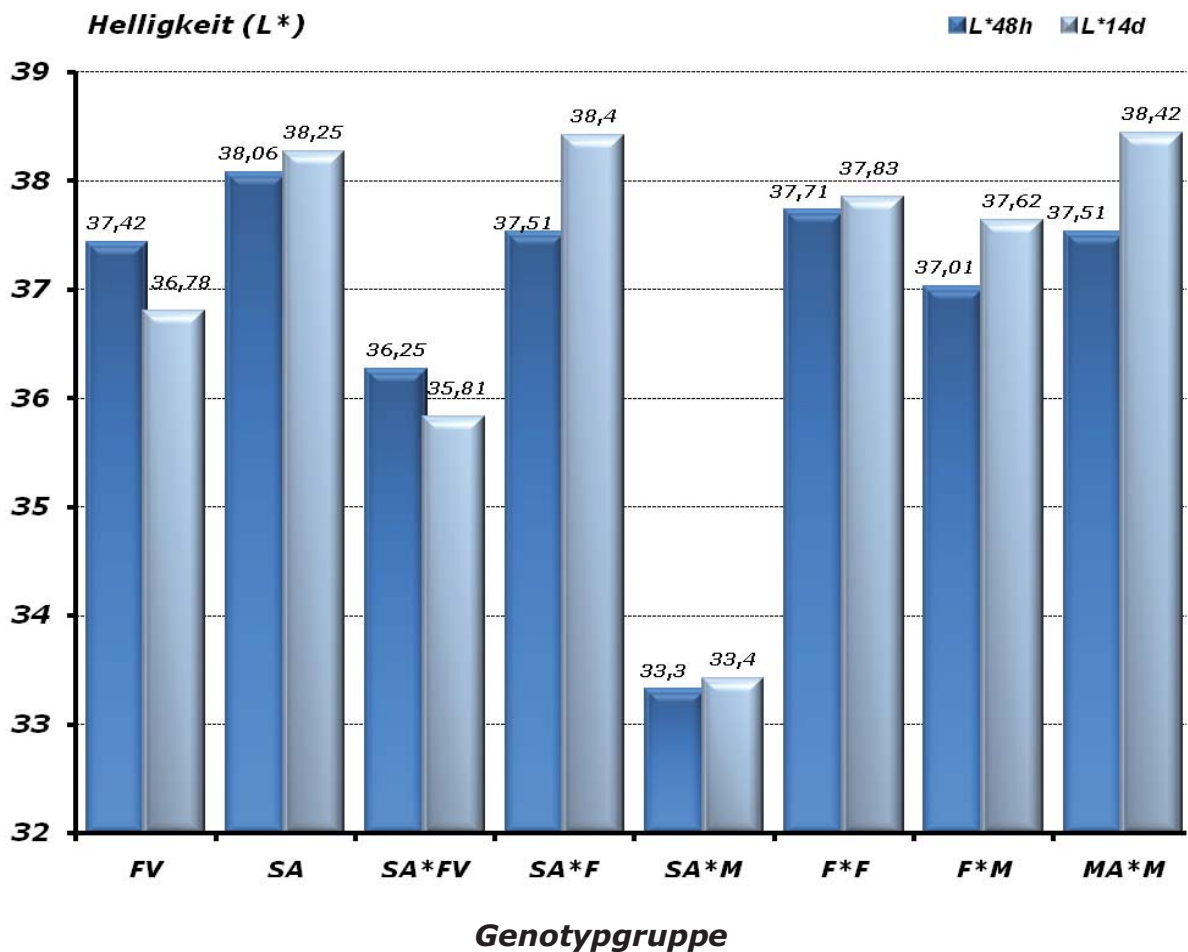


Abbildung 13: LS-Mittelwerte des Helligkeitswertes (L^*) 48 h und 14 d p.m. für Genotypgruppen (G) (s. Anhang Tab. 8 u. 9)

Bei den meisten Genotypgruppen waren die Helligkeitswerte nach der Reifung (14 Tage p.m.) geringfügig höher, d. h. das Fleisch war ein wenig heller. Lediglich beim Fleckvieh (FV) und bei der Kreuzung Salers x Fleckvieh (SA*FV) war das Fleisch nach der Reifung etwas dunkler. Gemessen an den Unterschieden zwischen den Rassen waren diese Veränderungen jedoch unbedeutend.

5.2.2.2.2 Rotton (a^*)

Beim Rotton (a^* -Wert) waren sowohl nach der Schlachtung als auch nach der Reifung nur die systematischen Effekte der Genotypgruppe (G) und der Interaktion Genotypgruppe x Geburtsquartal (GxQ) signifikant (Tab. 33). In den Abbildungen 14 und 15 sind für den Rotton (a^*) 48 Stunden p.m. bzw. 14 Tage p.m. die Unterschiede zwischen den Genotypgruppen deutlich zu erkennen, während die Unterschiede zwischen den Quartalen sehr gering, und auch nicht signifikant waren. Der Vergleich der Mittelwerte der Geburtsquartale in den Genotypgruppen Salers x Fleckvieh (SA*FV), Salers x Fleischrasse (SA*F) und Salers x Milchrasse (SA*M) zeigte für beide Messzeitpunkte deutlich die Signifikanz der Interaktion

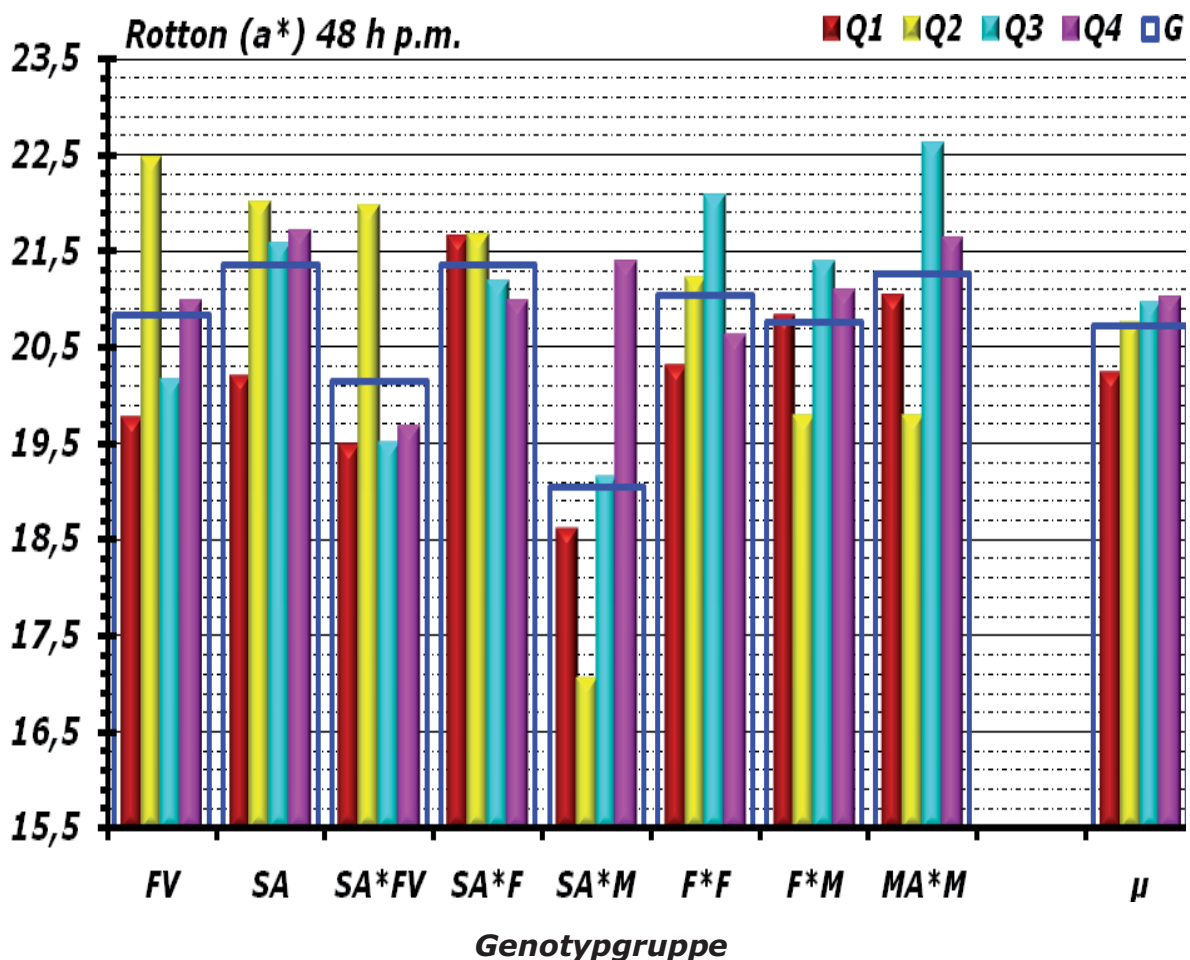


Abbildung 14: LS-Mittelwerte des Rottonwertes (a^*) 48 h p.m. für Genotypgruppen (G), Quartale innerhalb Genotypgruppen sowie Gesamtmittelwert (μ) und Quartale ($Q_1 - Q_4$) (s. Anhang Tab. 10)

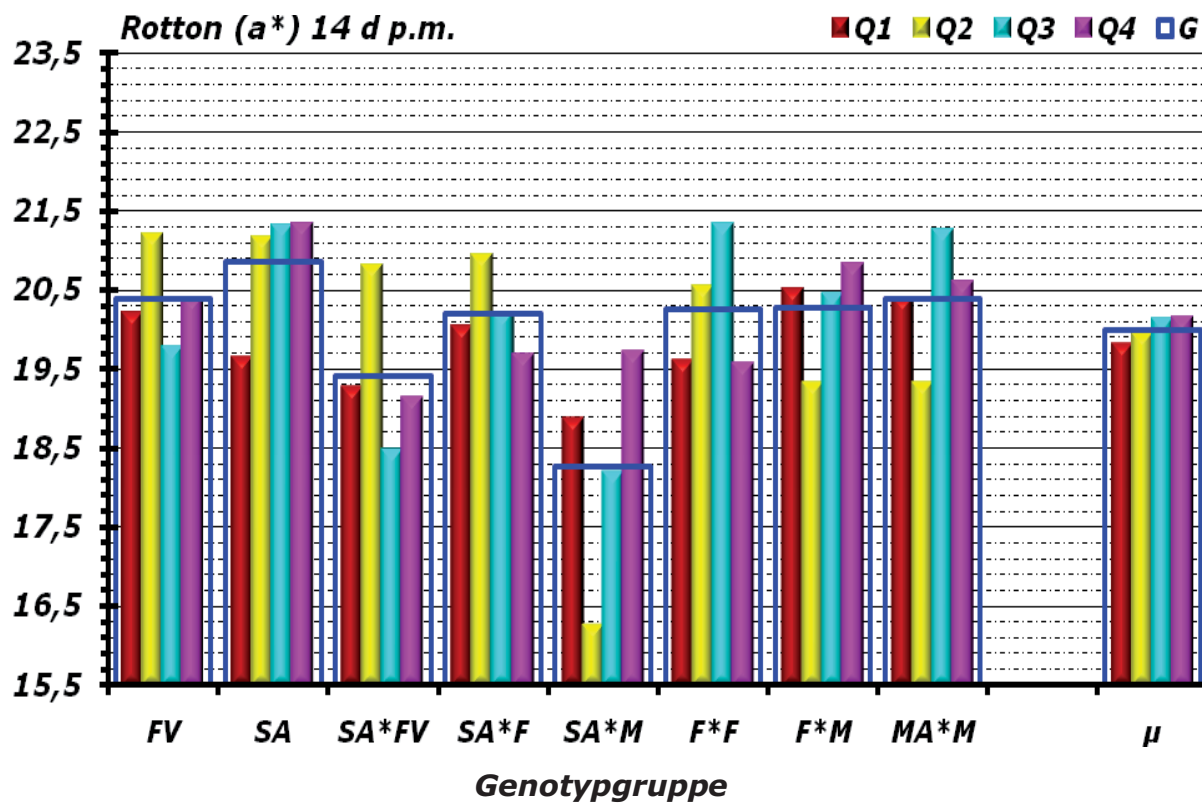


Abbildung 15: LS-Mittelwerte des Rottonwertes (a^*) 14 d p.m. für Genotypgruppen (G), Quartale innerhalb Genotypgruppen sowie Gesamtmittelwert (μ) und Quartale ($Q_1 - Q_4$) (s. Anhang Tab. 11)

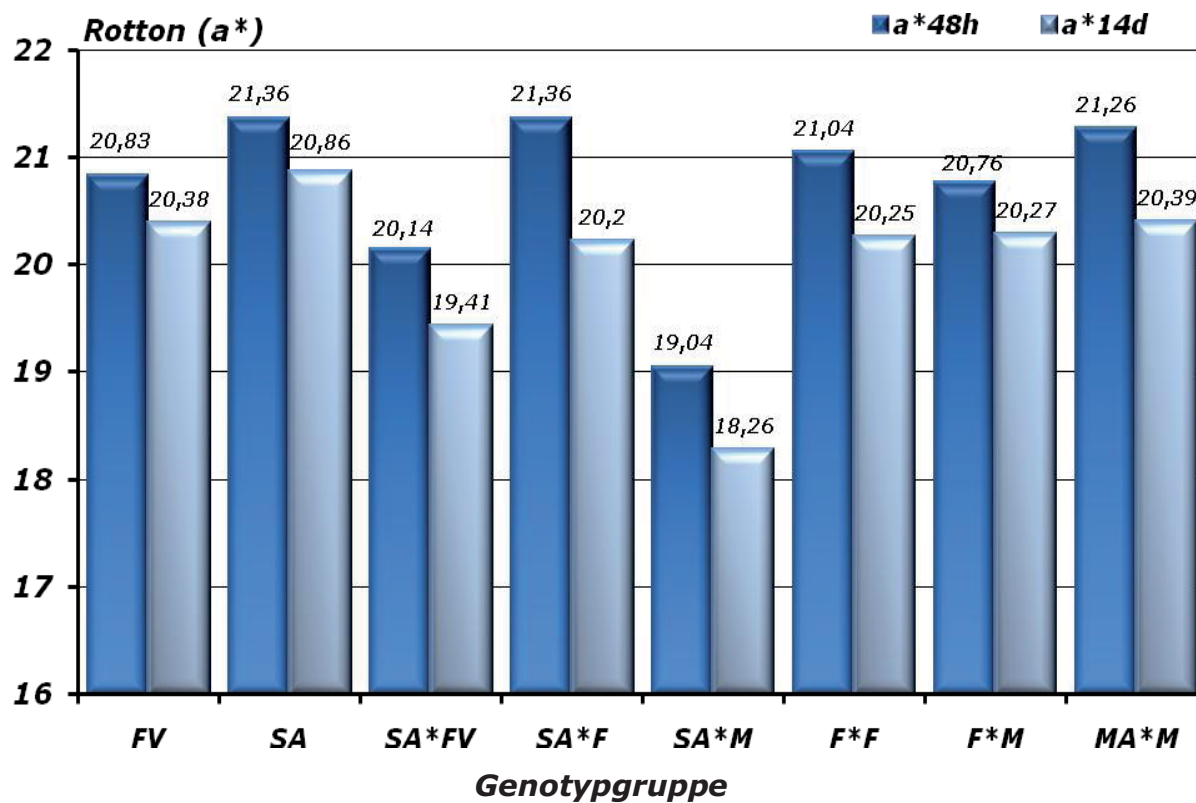


Abbildung 16: LS-Mittelwerte des Rottonwertes (a^*) 48 h und 14 d p.m. für Genotypgruppen (G) (s. Anhang Tab. 10 u. 11)

zwischen den Geburtsquartalen und den Genotypgruppen. Obwohl wegen dieser Signifikanz der Vergleich zwischen den Genotypgruppen eigentlich nur innerhalb eines bestimmten Quartals zulässig ist, zeigte der Vergleich der Mittelwerte der Genotypgruppen für den Rotton (a^*) sowohl 48 Stunden p.m. als auch 14 Tage p.m. die geringsten Werte für die Genotypgruppen Salers x Milchrasse (SA^*M) und Salers x Fleckvieh (SA^*FV). Die höchsten Werte ergaben sich nach der Schlachtung (48 h p.m.) für die Genotypgruppen Salers (SA), Salers x Fleischerasse (SA^*F) und Mast- x Milchrasse (MA^*M). Zum Messzeitpunkt nach der Reifung (14 d p.m.) hatte die Genotypgruppe Salers (SA) eindeutig den höchsten Rottonwert (a^*). Demnach wies also die Genotypgruppe Salers (SA) im Mittel aller Quartale nachhaltig die höchste Intensität des Rottons (a^*) auf, während die Kreuzungen Salers x Milchrasse (SA^*M) und Salers x Fleckvieh (SA^*FV) deutlich geringere Intensitäten des Rottons (a^*) zeigten. Insgesamt ging sowohl aus den Abbildungen 14 und 15 als auch aus den Least-Squares-Mittelwerten (Tab. 33, Anhang Tab. 10 u. 11) ein geringer Abfall des Rottonwertes von $a^*_{48h} = 20,72$ nach der Schlachtung auf $a^*_{14d} = 20,00$ nach der Reifung hervor. Dieser Effekt ergab sich durchgehend bei allen Genotypgruppen (Abb. 16, Anhang Tab. 10 u. 11).

5.2.2.2.3 Gelbton (b^*)

Während beim Gelbtonwert (b^*) 48 Stunden p.m. lediglich der systematische Effekt der Genotypgruppen (G) und die Kovariable für das Alter beim Schlachten signifikant waren (Tab. 33), ergaben sich beim Gelbtonwert (b^*) 14 Tage p.m. systematische Unterschiede zwischen den Effekten der Genotypgruppe (G) und der Geburtsquartale (Q). Die Interaktion zwischen Genotypgruppen und Quartalen ($G \times Q$) war für beide Messzeitpunkte nicht signifikant. Die signifikante Regression zwischen dem Gelbtonwert (b^*) nach dem Schlachten war positiv, aber mit $\beta = 0,006$ gering. Der Gelbtonwert (b^*) wurde also mit steigendem Alter etwas höher, d. h. der Gelbton wurde etwas intensiver.

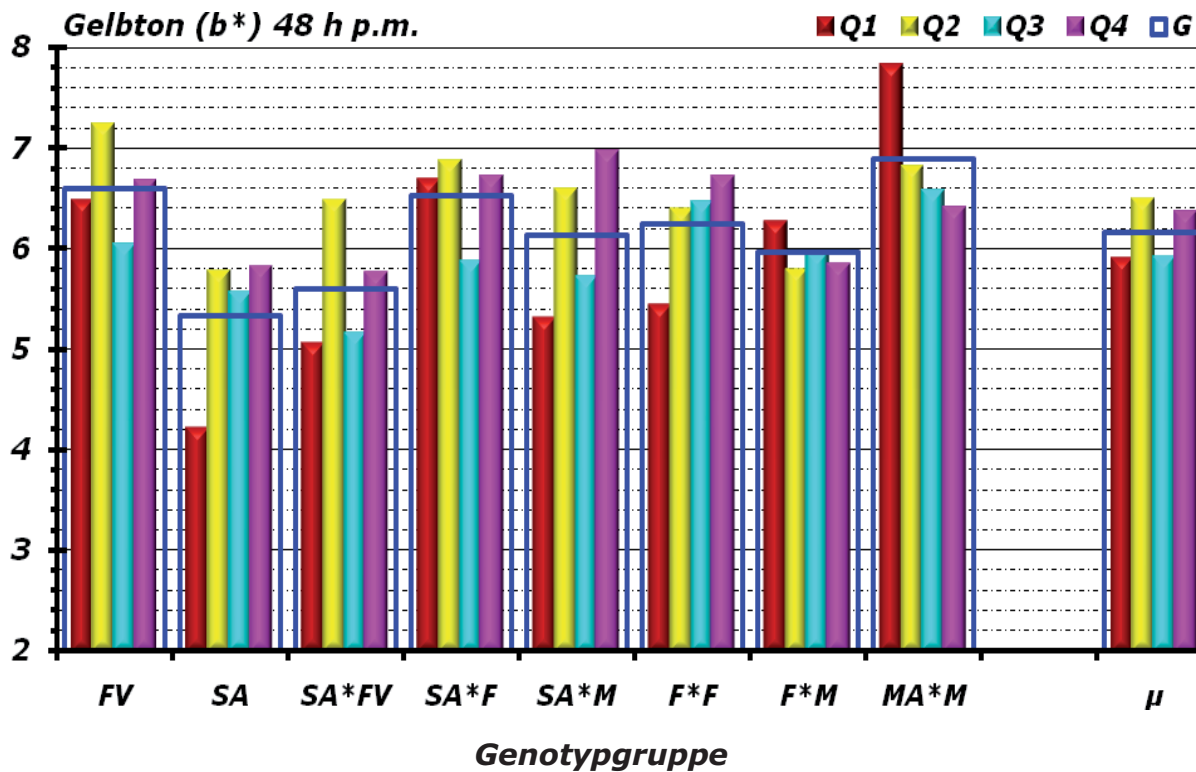


Abbildung 17: LS-Mittelwerte des Gelbtonwertes (b^*) 48 h p.m. für Genotypgruppen (G), Quartale innerhalb Genotypgruppen sowie Gesamtmittelwert (μ) und Quartale ($Q_1 - Q_4$) (s. Anhang Tab. 12)

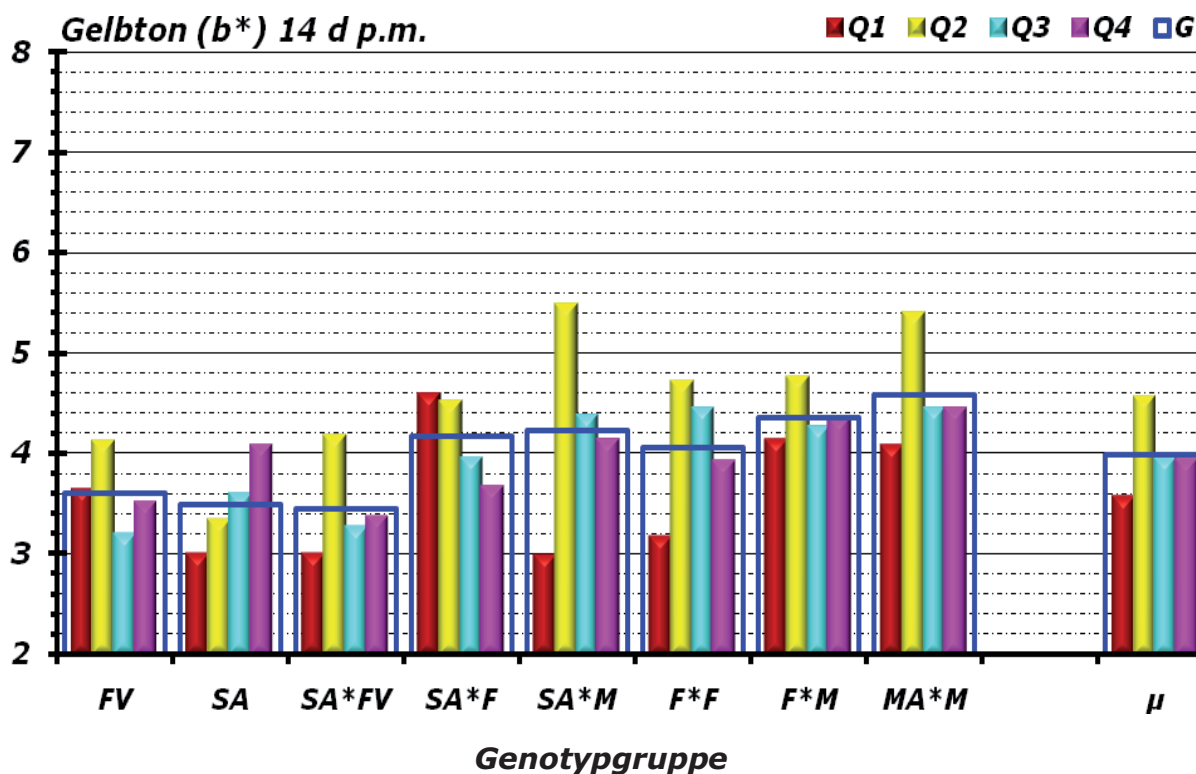


Abbildung 18: LS-Mittelwerte des Gelbtonwertes (b^*) 14 d p.m. für Genotypgruppen (G), Quartale innerhalb Genotypgruppen sowie Gesamtmittelwert (μ) und Quartale ($Q_1 - Q_4$) (s. Anhang Tab. 13)

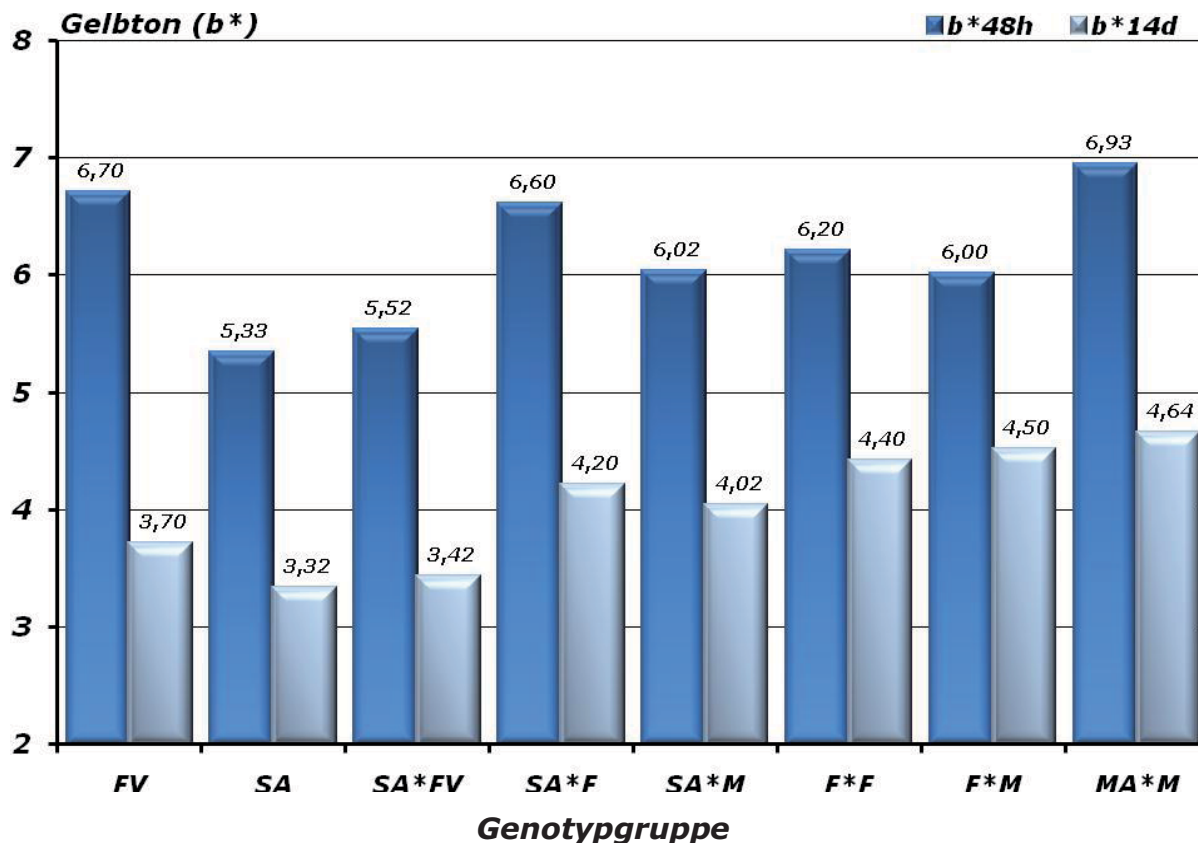


Abbildung 19: LS-Mittelwerte des Gelbtonwertes (b^*) 48 h und 14 d p.m. für Genotypgruppen (G) (s. Anhang Tab. 12 u. 13)

Die höchsten Gelbtonwerte nach dem Schlachten (b^*_{48h}) zeigten sich bei den Genotypgruppen Mast- x Milchrasse (MA*M), Fleckvieh (FV) und Salers x Fleischrasse (SA*F), während die niedrigsten Werte bei Salers (SA) und der Kreuzung Salers x Fleckvieh (SA*FV) gemessen wurden (Abb. 17).

Nach der Reifung wurden mit $b^*_{14d} = 4,10$ deutlich niedrigere Gelbtonwerte beobachtet als mit $b^*_{48h} = 6,16$ nach der Schlachtung (Tab. 33, Abb. 17 u. 18). Die höchsten Gelbtonwerte (b^*) 14 Tage p.m. ergaben sich für die Genotypgruppen Mast- x Milchrasse (MA*M) und Fleisch- x Milchrasse (F*M), die niedrigsten für Salers x Fleckvieh (SA*FV) und Salers (SA). Nach der Reifung zeigten sich auch größere Unterschiede zwischen den Geburtsquartalen. Der höchste Gelbtonwert (b^*) wurde mit $b^*_{14d} = 4,55$ für Früh-jahrskalbungen, der niedrigste mit $b^*_{14d} = 3,56$ für Winterkalbungen gefunden (Abb. 18, Anhang Tab. 13).

Die Merkmale der Fleischfarbe lagen bei der Farbhelligkeit (L^*) in einer ähnlichen Größenordnung, wie sie *SZÜCS* et al. (2001b) und *CERDEÑO* et al. (2006) bei Kälbern gefunden hatten (Tab. 12), und deutlich niedriger als bei den Weidekälbern bei *SCHNÄCKEL* et al. (2000). Im Gegensatz dazu ergaben sich für den Rotton (a^*) deutlich höhere Werte und für den Gelbton (b^*) deutlich niedrigere Werte als bei *SCHNÄCKEL* et al. (2000) und *CERDEÑO* et al. (2006). Das Fleisch in der vorliegenden Untersuchung war also dunkler, intensiver im Rotton und weniger intensiv im Gelbton als das Fleisch der vergleichbaren Tiere bei *SCHNÄCKEL* et al. (2000). Allerdings waren die Rotton- und Gelbtonwerte bei *SCHNÄCKEL* et al. (2000) im Vergleich mit den Ergebnissen anderer Untersuchungen extrem, die Rottonwerte waren sehr niedrig und die Gelbtonwerte sehr hoch, auch im Vergleich mit den vielen Ergebnissen von Jungrindern (Tab. 12). Insgesamt hatten sich in der Regel keine bedeutenden Unterschiede zwischen Rassen bzw. Genotypen ergeben.

Der geringe Anstieg der Farbhelligkeit (L^*) vom Messzeitpunkt nach dem Schlachten (48 Stunden p.m.) bis nach der Reifung (14 Tage p.m.) in den vorliegenden Untersuchung entsprach der Erwartung, dass sich die Werte in den drei Farbmerkmalen nach der Reifung erhöhen (*AUGUSTINI* und *FISCHER*, 1999). Die Absenkung der Rotton- (a^*) und Gelbtonwerte (b^*) während der Reifung in der vorliegenden Untersuchung entsprach jedoch nicht dieser Erwartung. *REICHARDT* et al. (1997) hatten zwar bei Bullen und Ochsen für den Helligkeitswert (L^*) und für den Gelbton (b^*) eine leichte Erhöhung und für den Rotton (a^*) eine leichte Absenkung während der Reifung festgestellt, während *MAHER* et al. (2004c) für Jungbullen bei der Helligkeit und dem Rotton eine deutliche Absenkung und beim Gelbton einen deutlichen Anstieg beobachteten. Offensichtlich ist das Zusammenspiel zwischen den drei Komponenten der Fleischfarbe komplex und hängt stark mit der spezifischen Behandlung der Fleischproben zusammen. Diese waren in den genannten Untersuchungen offenbar nicht genügend standardisiert, z. B. hinsichtlich der Zeit, in der die Fleischproben Luft- und Lichteinflüssen ausgesetzt waren. Deshalb sind die Unterschiede zwischen

den Ergebnissen für die Farbmerkmale in der vorliegenden Arbeit und in der Literatur hier nicht zu klären.

5.2.2.3 Scherkraft

Für die Scherkraft wurden drei verschiedene Messungen mit der Warner-Bratzler-Schere (WBS) durchgeführt: 48 Stunden nach der Schlachtung am rohen Fleisch (WBS_{48h} roh), 14 Tage nach der Schlachtung am gereiften rohen Fleisch (WBS_{14d} roh) und 14 Tage nach der Schlachtung am gereiften und gekochten Fleisch (WBSg_{14d} gekocht). Für diese drei Merkmale der Scherkraft ergaben sich etwas unterschiedliche systematische Effekte (Tab. 33).

5.2.2.3.1 Scherkraft roh 48 Stunden p.m.

Bei der Scherkraft roh 48 Stunden p.m. waren lediglich die systematischen Effekte der Genotypgruppe (G) und die Regression mit dem Schlachtkörpergewicht (S) signifikant. Der Regressionskoeffizient war positiv ($\beta = 0,012$), das bedeutete, dass mit höherem Schlachtkörpergewicht auch ein höherer Scherkraftwert und damit eine geringere Zartheit des Fleisches verbunden war. Zwar zeigten die Mittelwerte der Quartale innerhalb der Genotypgruppen deutliche und auch gegenläufige Unterschiede (Abb. 20, Anhang Tab. 14), wie z. B. die Quartale innerhalb der Genotypgruppen Salers (SA), Salers x Milchrasse (SA*M) und Fleisch- x Fleischrasse (F*F), jedoch war die Interaktion Genotypgruppe x Geburtsquartal (GxQ) statistisch nicht signifikant. Die niedrigsten Scherkraftwerte am rohen Fleisch 48 Stunden nach der Schlachtung zeigten Fleckvieh (FV) und Salers x Fleckvieh (SA*FV) mit WBS_{48h}roh = 3,54 kg bzw. 3,57 kg, sie hatten damit das zarteste Fleisch von allen Genotypgruppen. Der höchste Wert, und damit das im rohen Zustand am wenigsten zarte Fleisch, ergab sich mit WBS_{48h}roh = 4,96 kg für die Genotypgruppe Mast- x Fleischrasse (MA*F). Diese Werte waren jedoch deutlich niedriger als die vergleichbaren Mittelwerte bei Weidekälbern (Tab. 12) verschiedener Genotypen (GOLZE und KRÜGER, 2003) bzw. bei Mastkälbern 3 Tage p.m. (REVILLA und

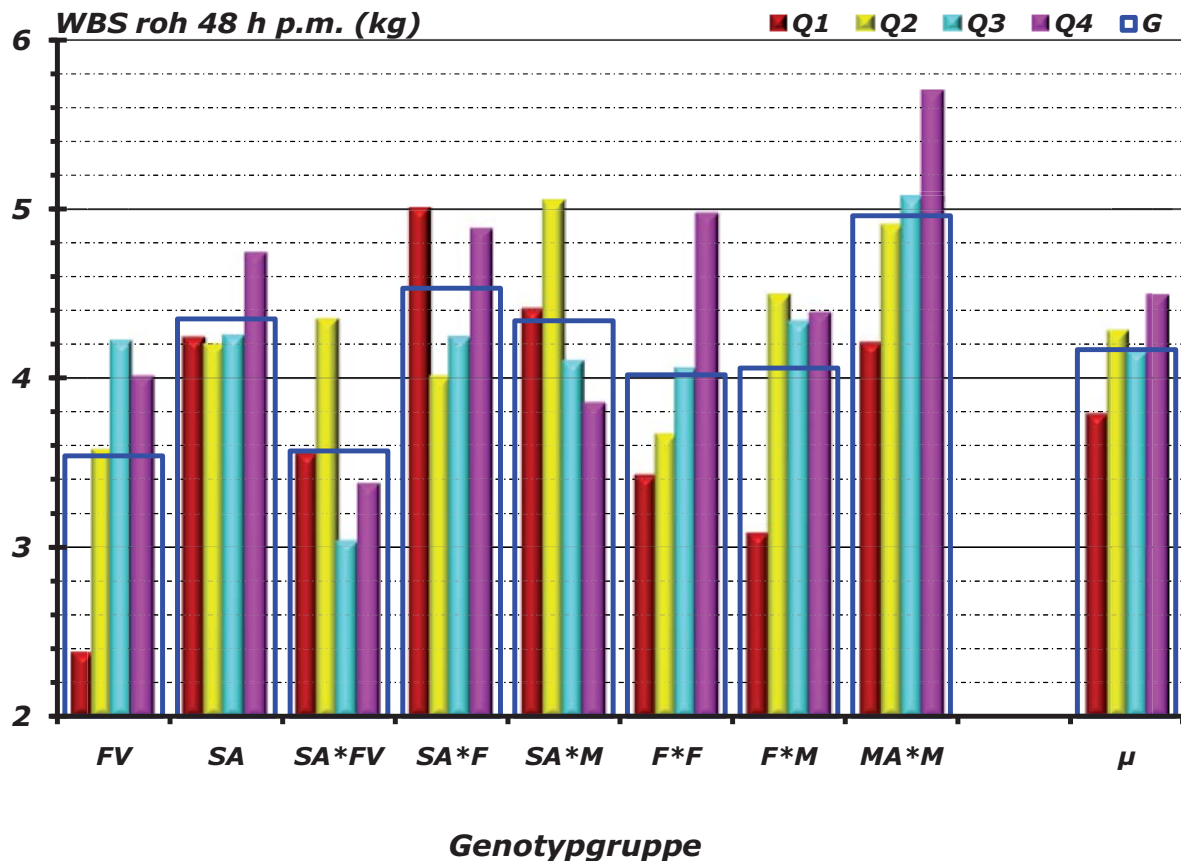


Abbildung 20: LS-Mittelwerte der Scherkraft roh (kg) 48 h p.m. für Genotypgruppen (G), Quartale innerhalb Genotypgruppen sowie Gesamtmittelwert (μ) und Quartale ($Q_1 - Q_4$) (s. Anhang Tab. 14)

VIVAR-QUINTANA, 2006). Bei Jungrindern fanden lediglich SCHWARZ et al. (1998) und JOHNSTON et al. (2003b) ähnlich niedrige Werte wie in der vorliegenden Untersuchung, während SHACKELFORD et al. (1991), ROFFEIS (1999), BYRNE et al. (2000), LINK et al. (2003), MAHER et al. (2004c) und SOCHOR et al. (2005) überwiegend deutlich höhere Werte beobachteten, bei diesen Jungrindern also nach der Schlachtung deutlich weniger zartes Fleisch festgestellt wurde.

5.2.2.3.2 Scherkraft roh 14 Tage p.m.

Für die Scherkraft am gereiften rohen Fleisch (WBS_{14d} roh) zeigten sich die Genotypgruppe (G), die Geburtsquartale (Q), die Interaktion Genotypgruppe x Quartal (GxQ) sowie die Regression mit dem Schlachtkörpergewicht (S) als signifikante systematische Effekte (Tab. 33). Der Regressionskoeffizient für das Schlachtkörpergewicht war positiv ($\beta = 0,013$) und lag in der gleichen Größenordnung wie bei der Scherkraft 48 Stunden p.m.

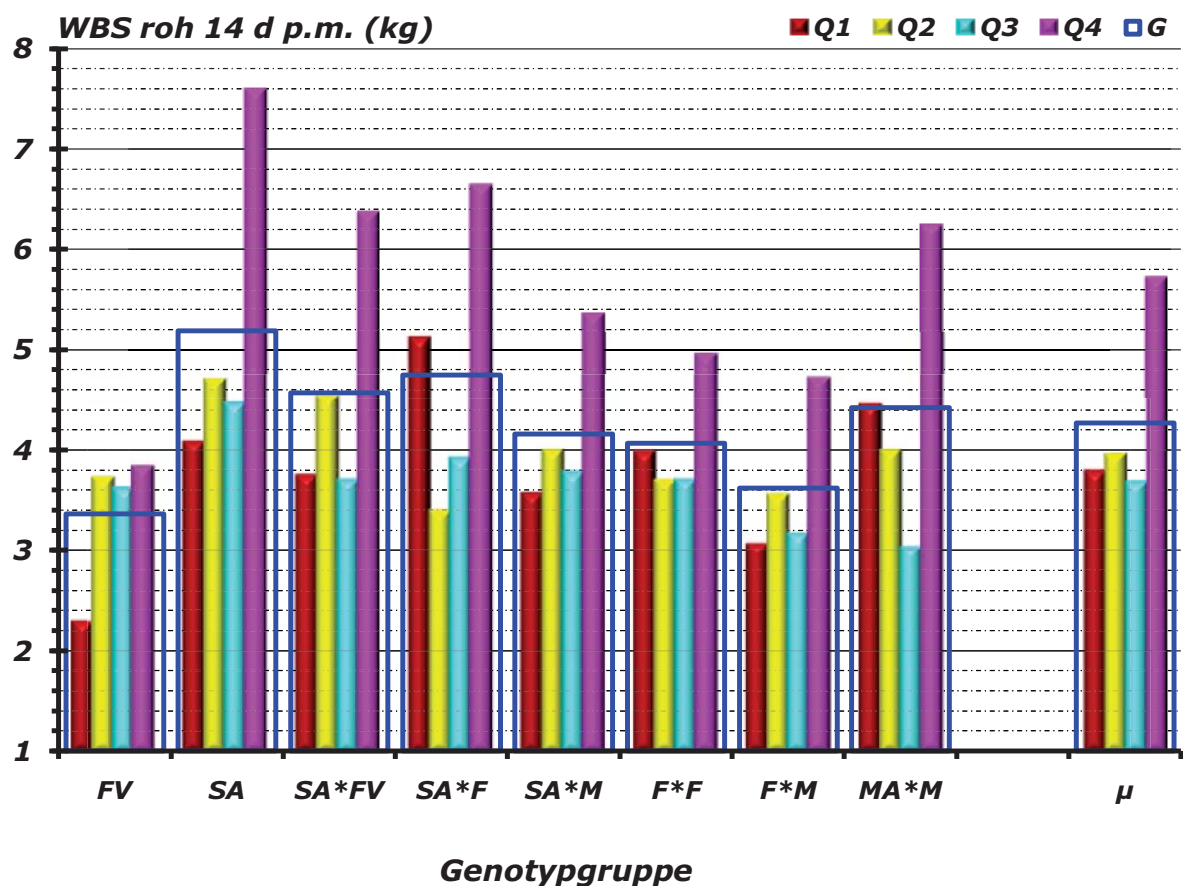


Abbildung 21: LS-Mittelwerte der Scherkraft roh (kg) 14 d p.m. für Genotypgruppen (G), Quartale innerhalb Genotypgruppen sowie Gesamtmittelwert (μ) und Quartale ($Q_1 - Q_4$) (s. Anhang Tab. 15)

roh. Da bei dem Merkmal Scherkraft am rohen gereiften Fleisch (WBS_{14d} roh) die Interaktion Genotypgruppe x Quartal (GxQ) signifikant war, müssen die Unterschiede zwischen den Genotypgruppen und den Quartalen vorsichtig interpretiert werden (Abb. 21). Die Mittelwerte für die Genotypgruppen Fleckvieh (FV) und Fleisch- x Milchrasse (F*M) zeigten

mit $WBS_{14d} \text{ roh} = 3,36$ bzw. $3,62$ kg die geringsten Scherwerte und damit das zarteste Fleisch (Anhang Tab. 15), während Salers (SA) mit $WBS_{14d} \text{ roh} = 5,19$ kg den höchsten Wert und damit das am wenigsten zarte Fleisch nach der Reifung aufwies. Am auffälligsten war beim Vergleich der Quartale, dass im vierten Quartal (Q_4) sowohl im Mittel als auch innerhalb jeder Genotypgruppe außer beim Fleckvieh (FV) stark erhöhte Scherkraftwerte gemessen wurden. So lag der gemessene Mittelwert für das vierte Quartal (Q_4) bei $WBS_{14d} \text{ roh} = 5,70$ kg, während die Mittelwerte für die anderen Quartale zwischen $3,66$ (Q_3) und $3,94$ kg (Q_2) variierten. Da diese Erscheinung bei sieben der acht Genotypgruppen beobachtet wurde, kann sie nicht als zufällige Abweichung interpretiert werden.

Die Scherkraftwerte für das gereifte Fleisch lagen im Mittel ungefähr in der gleichen Höhe, wie sie *GOLZE* und *KRÜGER* (2003) ebenfalls bei Weidekälbern sowie *REVILLA* und *VIVAR-QUINTANA* (2006) bei Mastkälbern gefunden hatten. *CERDEÑO* et al. (2006) beobachteten nach der Reifung deutlich höhere Werte, also weniger zartes Fleisch, bei Mastkälbern. Bei Jungrindern stellten *SHACKELFORD* et al. (1991), *AUGUSTINI* et al. (2003), *DRANSFIELD* et al. (2003), *MAHER* et al. (2004c) sowie *CERDEÑO* et al. (2006) im Mittel etwas höhere Scherkraftwerte nach der Reifung fest, während die übrigen Autoren ähnliche Werte fanden wie in der vorliegenden Untersuchung. In den meisten Untersuchungen zeigten sich ebenfalls deutliche Unterschiede zwischen Rassen bzw. Genotypen.

5.2.2.3.3 Scherkraft gekocht 14 Tage p.m.

Bei der Scherkraft für das gereifte und gekochte Fleisch ($WBSg_{14d}$ gekocht) waren lediglich die systematischen Effekte der Interaktion Genotypgruppe x Quartal ($G \times Q$) sowie die Kovariable Alter beim Schlachten (A) signifikant (Tab. 33). Der Regressionskoeffizient für das Alter (A) war mit $\beta = -0,005$ niedrig und negativ, d. h. mit höherem Alter wurde der Scherkraftwert geringfügig niedriger, also das Fleisch etwas zarter. In Abbildung 22 ist zu erkennen, dass die Unterschiede zwischen Genotypgruppen (G)

und Quartalen (Q), die nicht als signifikant getestet wurden, in der Tat deutlich geringer waren als bei den beiden anderen Messungen der

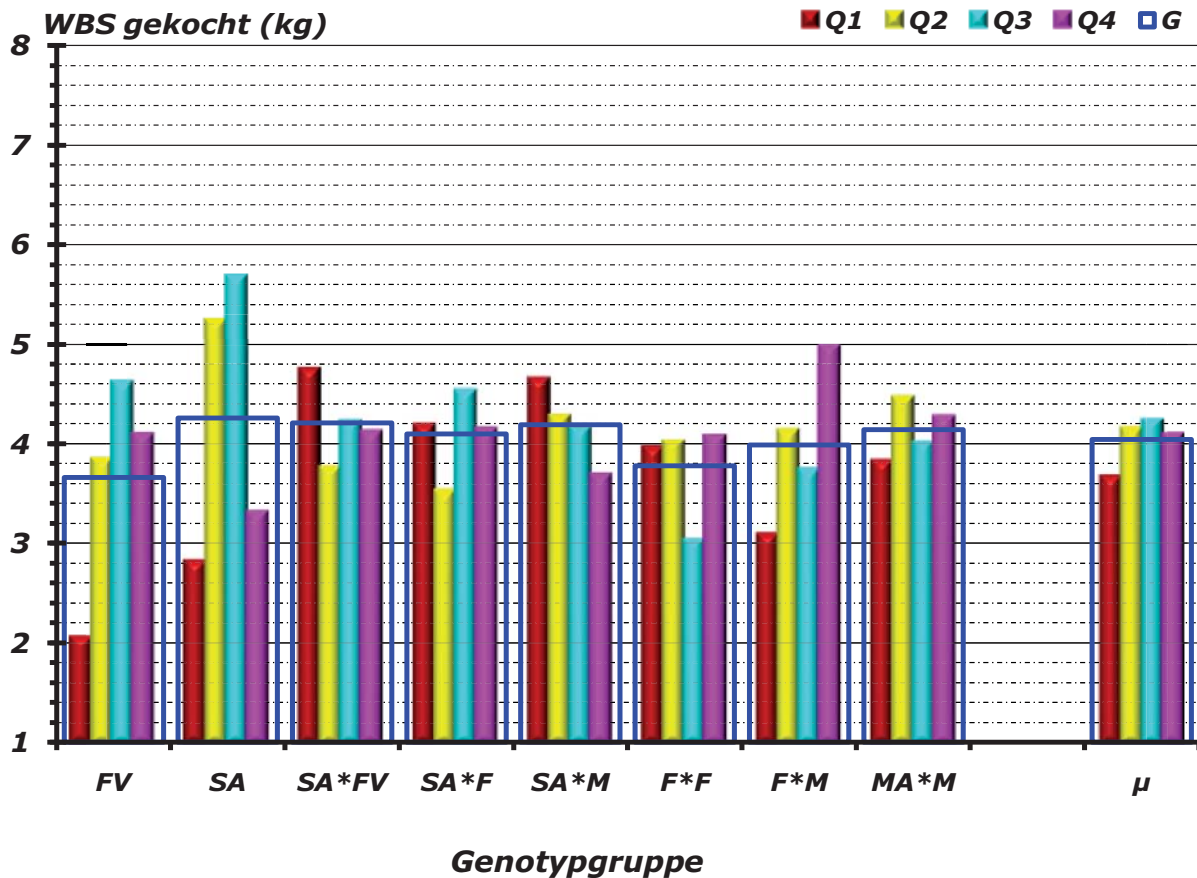


Abbildung 22: LS-Mittelwerte der Scherkraft gekocht (kg) 14 d p.m. für Genotypgruppen (G), Quartale innerhalb Genotypgruppen sowie Gesamtmittelwert (μ) und Quartale ($Q_1 - Q_4$) (s. Anhang Tab. 16)

Scherkraft. Auch die signifikanten Unterschiede zwischen den Quartalen innerhalb der Genotypgruppen waren bei der Messung im gereiften und gekochten Fleisch deutlich geringer als bei den beiden anderen Scherkraftwerten.

Das gereifte und gekochte Fleisch hatte einen mittleren Scherkraftwert von $WBS_{gekocht_{14d}} = 4,04$ kg und lag damit ungefähr in gleicher Höhe wie das Fleisch von Jungrindern bei *MOJTO* et al. (2003), aber unter den Werten von *SHACKELFORD* et al. (1995), *KÖGEL* et al. (1998), *FIEMS* et al. (2000) und *MARIA* et al. (2003).

Insgesamt waren die Scherkraftwerte für das gereifte rohe Fleisch mit $WBS_{14d} = 4,27$ kg höher als für das rohe Fleisch nach der Schlachtung mit $WBS_{48h} = 4,17$ kg, d. h. das rohe Fleisch war kurz nach der Schlachtung im Mittel etwas zarter als das gereifte Fleisch. Im Gegensatz dazu ergab sich bei Weidekälbern (GOLZE und KRÜGER, 2003), bei Mastkälbern (REVILLA und VIVAR-QUINTANA, 2006) sowie bei Jungrindern (SHACKELFORD et al., 1991; ROFFEIS, 1999; BYRNE et al. 2000; LINK et al., 2003; MAHER et al., 2004c) eine deutliche Reduzierung des Scherkraftwertes nach der Reifung. Allerdings waren die Ausgangswerte kurz nach der Schlachtung in diesen Fällen auch deutlich höher gewesen als im vorliegenden Material, und der absolute Wert war auch im Vergleich mit den Literaturwerten niedrig. Das Fleisch der Weidekälber in der vorliegenden Untersuchung war im Mittel also auch absolut gesehen sehr zart. Der mittlere Scherkraftwert beim gereiften und gekochten Fleisch war mit $WBSg_{14d} = 4,04$ kg niedriger als die beiden Mittelwerte beim rohen Fleisch, das gereifte und gekochte Fleisch war also wie erwartet zarter als das rohe Fleisch.

5.2.2.4 Intramuskulärer Fettgehalt

Beim intramuskulären Fettgehalt (IMF) waren die systematischen Effekte des Geburtsquartals (Q) und der Interaktion Genotypgruppe x Quartal (GxQ) signifikant (Tab. 33). In den einzelnen Genotypgruppen (Abb. 23, Anhang Tab. 17) zeigten sich erhebliche Unterschiede bei der Rangierung der Quartale wie beispielsweise zwischen Salers (SA), Salers x Fleischrasse (SA*F) und Fleisch- x Fleischrasse (F*F), die damit die signifikante Interaktion Genotypgruppe x Quartal (GxQ) besonders deutlich vor Augen führten.

Im Mittel aller Genotypgruppen hatten sommergeborene Kälber (Q₃) mit einem intramuskulären Fettgehalt von 1,18 % die niedrigsten und frühjahrsgeborene Kälber (Q₂) mit 2,27 % die höchsten Werte. Allerdings war

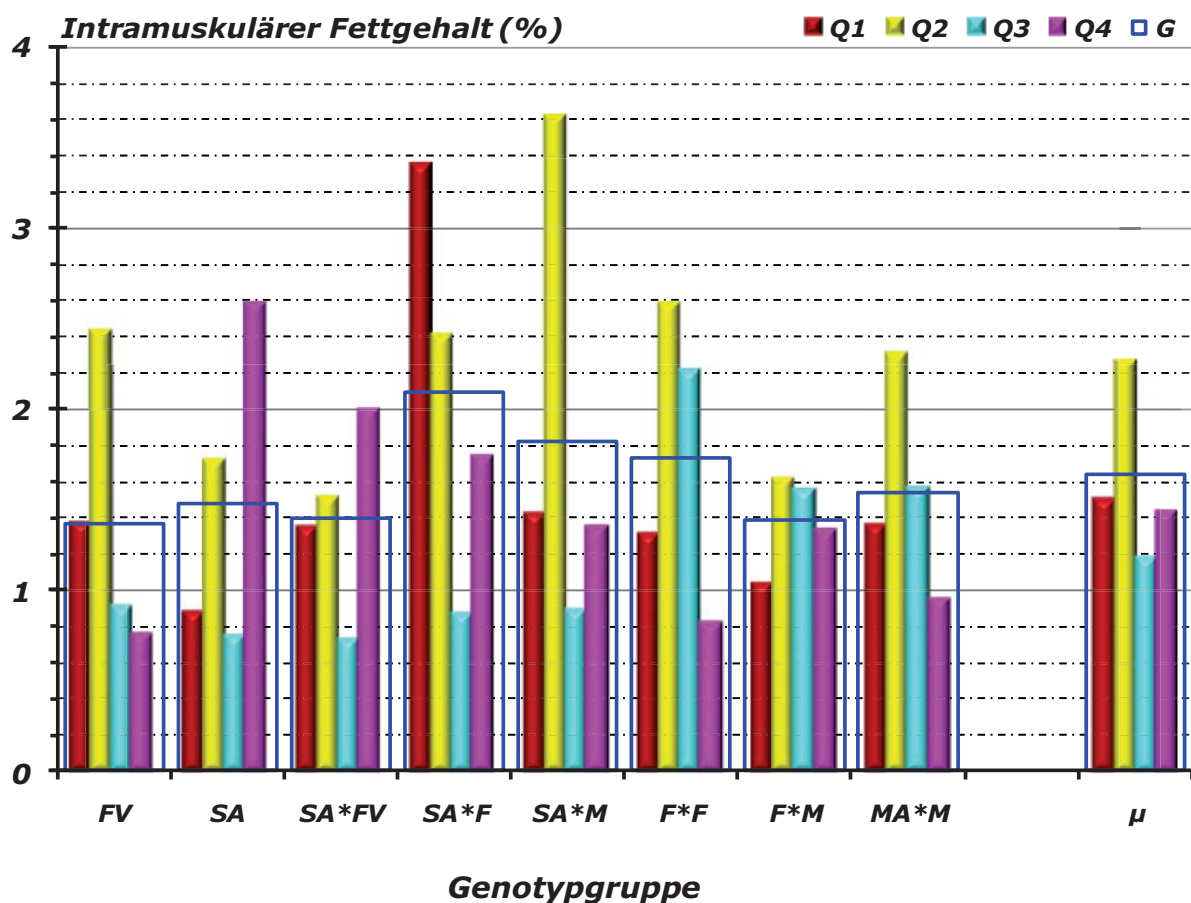


Abbildung 23: LS-Mittelwerte des intramuskulären Fettgehalts (%) für Genotypgruppen (G), Quartale innerhalb Genotypgruppen sowie Gesamtmittelwert (μ) und Quartale (Q₁ – Q₄) (s. Anhang Tab. 17)

der intramuskuläre Fettgehalt beim vorliegenden Material der Weidekälber mit 1,60 % insgesamt sehr niedrig. Bei etwas jüngeren Tieren hatten *SZÜCS* et al. (2001b) deutlich niedrigere Werte für den intramuskulären Fettgehalt erhalten (Tab. 13), während *REVILLA* und *VIVAR-QUINTANA* (2006) bei Mastkälbern unterschiedlicher Genotypen ähnliche Werte wie in der vorliegenden Untersuchung beobachteten. *CERDEÑO* et al. (2006) hatten allerdings für etwas ältere Mastkälber deutlich höhere Werte zwischen 4,6 und 7,8 % festgestellt.

Bei Jungrindern und Rindern hatten sich in der Regel etwas höhere Werte für den intramuskulären Fettgehalt ergeben mit Ausnahme von *HOVING-BOLINK* et al. (1999b), die bei Jungbullen und Färsen über Werte zwischen 1,6 und 2,6 % berichteten, *AUGUSTINI* (2001) mit Werten von 0,5 bis 1,9 % bei Jungbullen und Bullen sowie *MAHER* et al. (2004c) mit Werten von 1,0 bzw. 1,1 % bei jungen Charolais-Kreuzungsbullen. Allerdings war die Fleischqualität bei den ohnehin fleischigen Kälbern und Jungrindern deutlich besser, wenn der intramuskuläre Fettgehalt etwas höher war und zwischen 2,5 und 4,5 % lag (*TEMISAN* und *AUGUSTINI*, 1987).

In der Literatur ergaben sich keine Hinweise auf spezifische systematische Effekte der Geburtsquartale. Allerdings zeigte sich durchgehend, dass die Tiere bei intensiven Aufzucht- und Mastverfahren einen höheren intramuskulären Fettgehalt aufwiesen. Der höhere Fettgehalt von frühjahrsgeborenen Weidekälbern in der vorliegenden Untersuchung kann mit einer besseren Milchversorgung dieser Kälber während der Weideperiode erklärt werden.

5.2.2.5 Sichtbarer Fettanteil

Die Bestimmung des sichtbaren Fettanteils (SFA) mit der Videobildanalyse konnte aus technischen Gründen nur bei 130 Weidekälbern durchgeführt werden (Tabelle 26, Material II). Wegen der verminderten Tierzahl waren nicht alle Geburtsquartale (Q) innerhalb aller Genotypgruppen (G) besetzt. In der Varianzanalyse (Tab. 33) zeigte sich nur für den systematischen Effekt Geburtsquartal (Q) eine Signifikanz. Die systematischen Effekte Genotypgruppe (G), die Interaktion Genotypgruppe x Quartal (GxQ) und die Kovariablen Alter beim Schlachten (A) und Schlachtkörpergewicht (S) waren nicht signifikant.

Die Mittelwerte der Genotypgruppen (Abb. 24, Anhang Tab. 18) waren, wie beschrieben, nicht signifikant verschieden und variierten lediglich zwischen den Mittelwerten von 1,01 % für Salers (SA) und von 1,46 % für

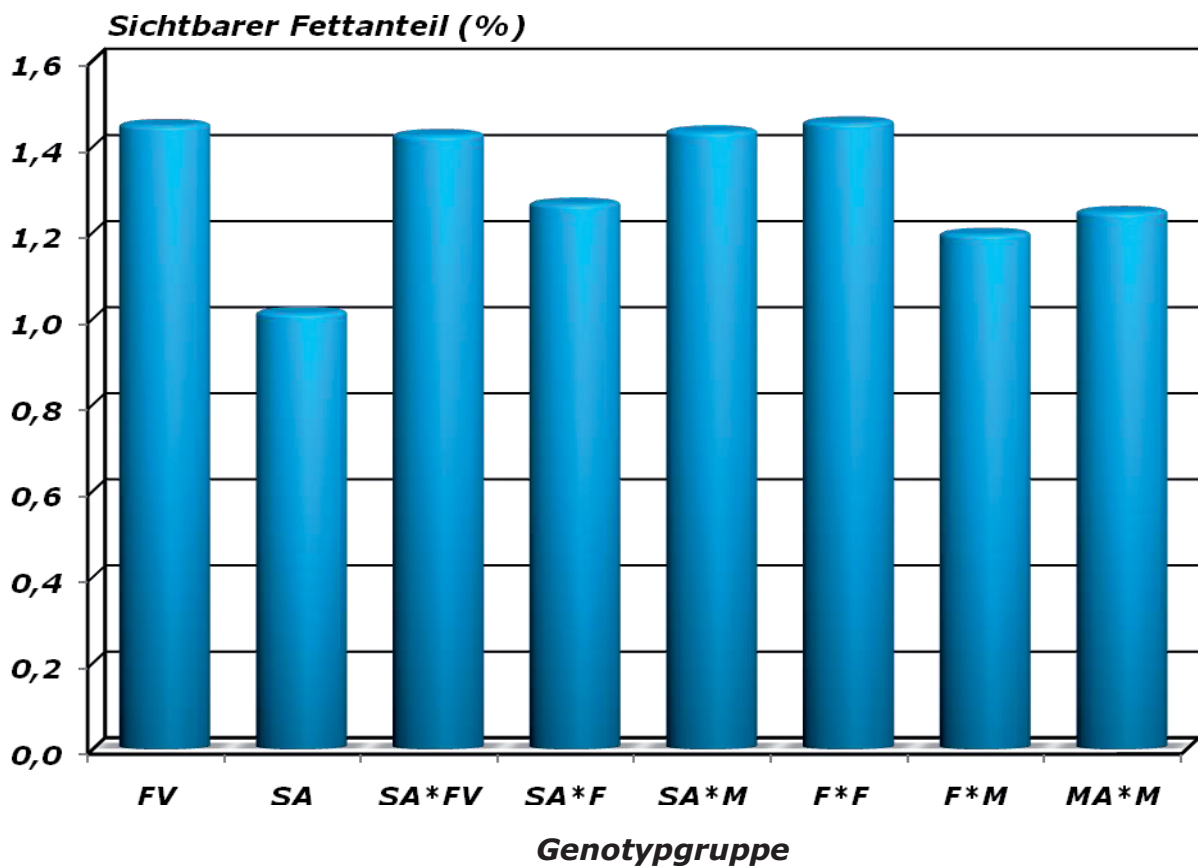


Abbildung 24: LS-Mittelwerte des sichtbaren Fettanteils (%) für Genotypgruppen (G) (s. Anhang Tab. 18)

die Kreuzung Fleisch- x Fleischrasse (F*F). *ALBRECHT* et al. (1997) hatten für Kälber im Alter von 180 Tagen ähnliche Werte für den sichtbaren Fettanteil bei gefärbten Fleischproben beobachtet, wie sie in der vorliegenden Arbeit mit einem Mittelwert von 1,31 % festgestellt wurden (Tab. 14a u. 14b). Für Jungrinder ergaben sich ähnlich niedrige Werte bei *NEWMAN* (1984), *FRICKH* (2001a), *TÖZSER* et al. (2003), *FRICKH* und *RÖMER-KOLBE* (2006) sowie *POLAK* et al. (2008). Deutlich höhere Werte für bis zu zweijährige Rinder hatten *ALBRECHT* et al. (1997), *FRICKH* (2003) und *YANG* et al. (2006) erhalten. Die extrem hohen Werte, welche *ISHII* et al. (1992), *KUCHIDA* et al. (1992) und vor allem *KUCHIDA* et al. (2000) mit speziellen Fütterungsmethoden in Japan erreicht hatten, waren ohnehin nicht mit den Werten zu vergleichen, die sich in Europa mit den gebräuchlichen Rassen und unter den hiesigen Fütterungsbedingungen ergaben. Sowohl bei gefärbten (*ALBRECHT* et al., 1996; *ALBRECHT* et al., 1997; *TÖZSER* et al., 2003) als auch bei ungefärbten Fleischproben (*FRICKH*, 2003) zeigten sich bei den meisten Autoren deutliche Unterschiede zwischen den Rassen und Genotypen. Allerdings waren auch bei *FRICKH* (2001c) und *POLAK* et al. (2008) ebenso wie in der vorliegenden Untersuchung keine deutlichen Unterschiede zwischen Rassen bzw. Genotypen vorhanden.

Wie auch aus der Abbildung 25 hervorgeht, waren bei diesem Merkmal offenbar große Unterschiede zwischen den Geburtsquartalen vorhanden. Tiere aus Winterkalbungen (Q_1) hatten mit 2,28 % einen deutlich höheren sichtbaren Fettanteil als Kälber aus den anderen Geburtsquartalen (Anhang Tab. 19). Vermutlich hatten wintergeborene Kälber besonders günstige Futterbedingungen, während Kälber, die im Laufe der übrigen Quartale geboren wurden, ungünstigere Futterverhältnisse antrafen. Zwischen den Quartalen Frühjahr (Q_2) bis Herbst (Q_4) bestanden ebenfalls nicht unerhebliche Unterschiede, der sichtbare Fettanteil nahm kontinuierlich ab. Diese Rangfolge der Geburtsquartale steht im Widerspruch zu der Rangfolge beim intramuskulären Fettgehalt, wo die frühjahrsgeborenen Kälber (Q_2) eindeutig den höchsten Fettgehalt aufwiesen.

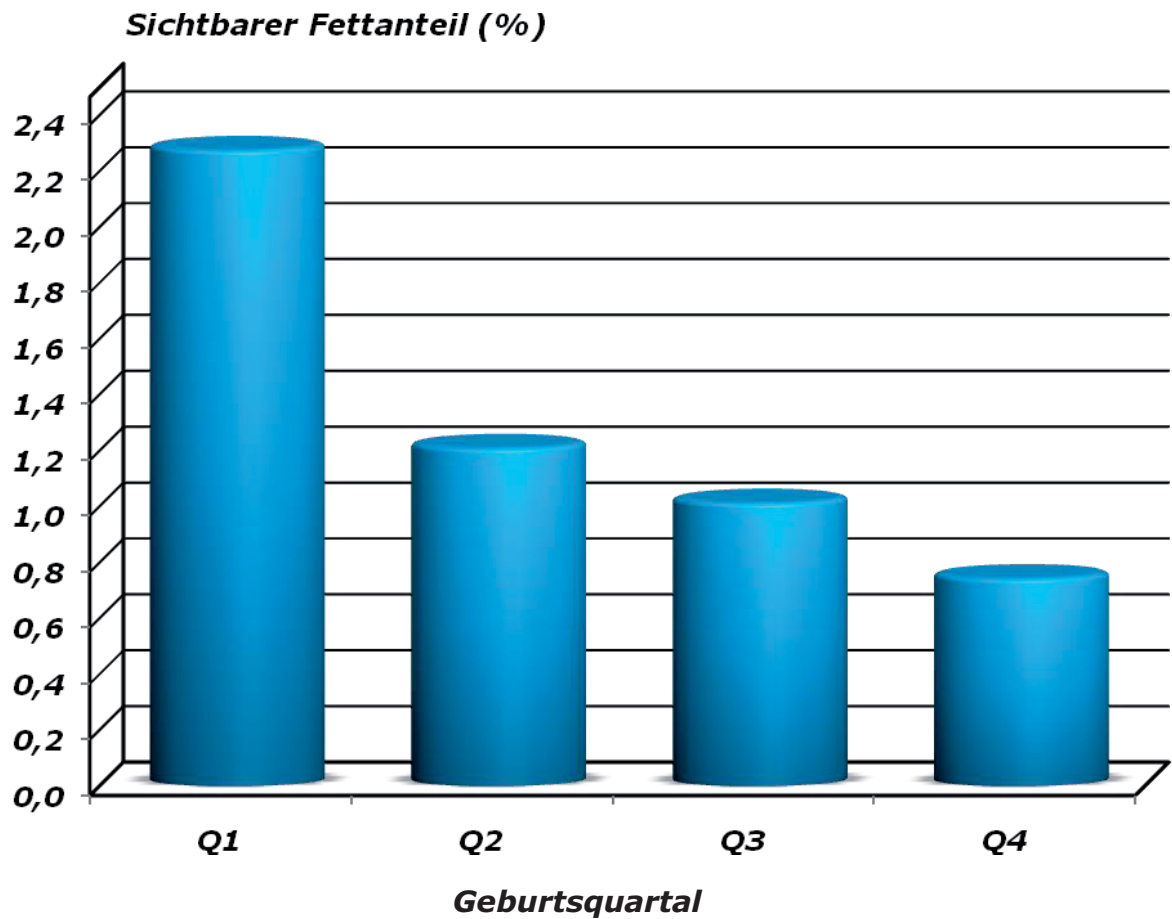


Abbildung 25: LS-Mittelwerte des sichtbaren Fettanteils (%) für Geburtsquartale (Q) (s. Anhang Tab. 19)

5.3 Beziehungen zwischen den Merkmalen

Die phänotypischen Beziehungen zwischen den Merkmalen wurden aufgeteilt in die Korrelationen zwischen den Merkmalen der Fleischleistung (Abschnitt 5.3.1), in die Korrelationen zwischen den Merkmalen der Fleischleistung und der Fleischqualität (Abschnitt 5.3.2) sowie in die Korrelationen zwischen den Merkmalen der Fleischqualität (Abschnitt 5.3.3) und in dieser Reihenfolge abgehandelt.

5.3.1 Korrelationen zwischen den Merkmalen der Fleischleistung

Die Korrelationskoeffizienten zwischen den Merkmalen der Fleischleistung waren in der Regel positiv und signifikant von Null verschieden (Tab. 34) mit Ausnahme der Korrelationen zum Merkmal Fettgewebeklasse, die Werte um Null aufwiesen. Die Korrelationen zwischen dem Lebendgewicht und der Lebenstagszunahme bzw. Nettozunahme waren positiv und relativ niedrig. Dies bedeutet einerseits, dass Tiere mit höherem Lebendgewicht auch eine höhere Lebenstags- bzw. Nettozunahme aufwiesen, andererseits auch, dass diese Merkmale relativ unabhängig voneinander waren. In Gegensatz dazu ergab sich eine hohe Korrelation von $r_p = 0,75$ zwischen Lebendgewicht und Schlachtkörpergewicht, die also stark miteinander zusammenhingen. Die Korrelation zur Fleischigkeitsklasse, der ersten

Tabelle 34: Korrelationskoeffizienten (r_p) zwischen den Merkmalen der Fleischleistung

Merkmal	Leb.tags- zunahme (3)	Schlachtk. gewicht (4)	Netto zunahme (5)	Fleischig. klasse (6)	Fettgewebe klasse (7)
2. Lebendgewicht	0,25*	0,75*	0,21*	0,30*	– 0,06
3. Lebenstagszunahme	-	0,42*	0,97*	0,41*	0,03
4. Schlachtkörpergewicht		-	0,52*	0,46*	– 0,08
5. Nettozunahme			-	0,45*	0,01
6. Fleischigkeitsklasse				-	– 0,001

* $r_p \neq 0$ signifikant mit $P < 0,05$

Komponente der Handelsklasse, war mit $r_p = 0,30$ positiv und recht erheblich. Eine Erhöhung des Lebendgewichts bedeutet demnach eine höhere Einstufung in der Fleischigkeitsklasse. Die Korrelation zwischen dem Lebendgewicht und der Fettgewebeklasse war leicht negativ, aber nicht signifikant verschieden von Null. Diese beiden Merkmale waren also unabhängig voneinander. Zwischen Lebenstagszunahme und Nettozunahme bestand mit $r_p = 0,97$ eine fast perfekte Korrelation. Die Korrelationen zwischen Lebenstags- bzw. Nettozunahme und Schlachtkörpergewicht lagen mit $r_p = 0,42$ bzw. $0,52$ im mittleren Bereich. Lebenstags- und Nettozunahme zeigten ebenso wie das Schlachtkörpergewicht mit Werten zwischen $r_p = 0,41$ und $0,46$ höhere Korrelationen zur Fleischigkeitsklasse als das Lebendgewicht. Das bedeutete, dass mit einer intensiveren Mastleistung und einem höheren Schlachtkörpergewicht auch eine höhere Einstufung in die Fleischigkeit verbunden war. Wie bereits erwähnt, bestand bei Korrelationen zwischen $r_p = -0,08$ und $r_p = 0,03$ kein Zusammenhang zwischen der Fettgewebeklasse und allen anderen Merkmalen der Fleischleistung.

Die in der vorliegenden Untersuchung geschätzten Korrelationskoeffizienten stimmten sehr gut mit den Werten von *ROFFEIS* et al. (2001) überein, die aus Daten von über 7000 Weidekälbern einschließlich des Materials dieser Arbeit berechnet waren. *KLONT* et al. (1999) hatten Daten von 1764 Milchkälbern ausgewertet, während *AASS* (1999), *CHLADEK* und *INGR* (2003) sowie *SOCHOR* et al. (2005) ihre Untersuchungen an Jung-rindern durchgeführt hatten. *SOCHOR* et al. (2005) fanden für die Korrelation zwischen Lebendgewicht und Lebenstags- bzw. Nettozunahme noch niedrigere Werte als bei *ROFFEIS* et al. (2001) und in der vorliegenden Arbeit. Dagegen hatten *AASS* (1996) für die Lebenstagszunahme sowie *CHLADEK* und *INGR* (2003) für die Nettozunahme sehr hohe Korrelationen zum Lebendgewicht gefunden. Wie bereits dargelegt, beruhten diese hohen Korrelationen wohl darauf, dass in beiden Untersuchungen jeweils Tiere einer Rasse mit gleicher Fütterung und Haltung bis zu einem einheitlichen Schlachtagter gemästet wurden, und die Variation des Lebendgewichts damit auch die Variation der Zunahmen bestimmte. Wie in der

vorliegenden Arbeit waren die Schätzwerte zwischen Lebend- und Schlachtkörpergewicht übereinstimmend sehr hoch und lagen zwischen $r_p = 0,79$ und $r_p = 0,98$ (ROFFEIS et al., 2001; CHLADEK und INGR, 2003; SOCHOR et al., 2005). Auch die Korrelationen zwischen Lebenstags- und Nettozunahme waren sehr hoch (FRICKH, 2001b; ROFFEIS et al., 2001). Bei Beachtung der Gegenläufigkeit des norwegischen bzw. niederländischen Bewertungssystems für die Fleischigkeit gegenüber dem EUROP-System und der daraus folgenden Umkehrung des Vorzeichens (AASS, 1996; KLONT et al., 1999), ergaben sich für die Korrelationen der Fleischigkeitsklasse zu den anderen Merkmalen der Fleischleistung ebenso wie in der vorliegenden Arbeit mittlere bis hohe positive Korrelationen (AASS, 1996; ROFFEIS et al., 2001; FRICKH, 2001b). Allgemein war also mit einer höheren Intensität des Zuwachses ein höherer Schlachtkörperwert verbunden. Für die Korrelationen zwischen den Fleischleistungsmerkmalen und der Fettgewebeklasse hatten AASS (1996) und ROFFEIS et al. (2001) Werte um Null geschätzt, wie sie in der vorliegenden Untersuchung festgestellt wurden. Mittlere positive Korrelationen wurden von KLONT et al. (1999) und FRICKH (2001b) gefunden. Der Zusammenhang zwischen der Mastintensität und der Fettgewebeklasse war also nicht vorhanden bis leicht positiv. Dementsprechend ergab sich bei AASS (1996) und ROFFEIS et al. (2001), wie in der eigenen Arbeit, keine Beziehung zwischen Fleischigkeits- und Fettgewebeklasse. Dies entspricht der Logik der unabhängigen Bewertung der beiden Komponenten der Handelsklasse. Eine mittlere positive Korrelation, wie sie KLONT et al. (1999) und FRICKH (2001b) mit $r_p = 0,40$ bzw. $r_p = 0,32$ zwischen Fleischigkeits- und Fettgewebeklasse geschätzt hatten, bedeutet eine höhere Fettgewebeklasse bei höherer Einstufung in der Fleischigkeitsklasse. Zwar ist insbesondere bei Kälbern und jungen Rindern eine höhere Fettabdeckung durchaus erwünscht, die Unterschiede zwischen diesen Schätzwerten für die Korrelationen lagen aber vermutlich in Unterschieden des Tiermaterials und in Unsicherheiten bei der Schätzung aufgrund begrenzter Tierzahlen. Deshalb war auch mit zufälligen Unterschieden bei den Schätzwerten zu rechnen.

5.3.2 Korrelationen zwischen den Merkmalen der Fleischleistung und der Fleischqualität

Die phänotypischen Korrelationen zwischen den Merkmalen der Fleischleistung und den Merkmalen der Fleischqualität waren überwiegend gering. Die Korrelationen der Fleischleistungsmerkmale zu den pH-Werten 48 Stunden bzw. 14 Tage p.m. waren mit Werten zwischen $r_p = -0,01$ und $r_p = -0,22$ durchgehend negativ und niedrig (Tab. 35). Lediglich die Korrelationen zwischen Lebenstags- bzw. Nettozunahme und den pH-Werten waren etwas ausgeprägter und überwiegend signifikant von Null verschieden. Das bedeutete, dass mit intensiverem Wachstum ein geringerer pH-Wert sowohl bei 48 Stunden als auch bei 14 Tagen p.m. verbunden war. Außer bei den Zunahmen ergaben sich für den pH-Wert 14 Tage p.m. zu den anderen Merkmalen der Fleischleistung eher etwas geringere Werte als den für pH-Wert 48 Stunden post mortem.

Tabelle 35: Korrelationskoeffizienten (r_p) zwischen pH-Werten und Merkmalen der Fleischleistung

Merkmale	pH-Wert _{48h} (8)	pH-Wert _{14d} (9)
2. Lebendgewicht	- 0,04	- 0,01
3. Lebenstagszunahme	- 0,18*	- 0,22
4. Schlachtkörpergewicht	- 0,06	- 0,03
5. Nettozunahme	- 0,17*	- 0,20*
6. Fleischigkeitsklasse	- 0,12*	- 0,02
7. Fettgewebeklasse	- 0,07	- 0,09

* $r_p \neq 0$ signifikant mit $P < 0,05$

Der Vergleich mit den Werten aus der Literatur (Tab. 16) zeigte, dass die Beziehungen zwischen pH-Werten und Merkmalen der Fleischleistung generell überwiegend ebenfalls negativ und gering waren. Lediglich die Werte von SOCHOR et al. (2005) fielen mit positiven Schätzwerten bei Lebenstags- und Nettozunahme und mit einem hohen negativen Schätzwert beim Schlachtkörpergewicht etwas aus dem Rahmen. Diese Untersuchung wurde aber nur mit einer kleinen Tierzahl durchgeführt. Insgesamt

waren die Korrelationen zwischen den pH-Werten und den Fleischleistungsmerkmalen also gering und eher negativ.

Die Korrelationen zwischen den Merkmalen der Fleischfarbe und den Merkmalen der Fleischleistung waren etwas unterschiedlich (Tab. 36). Zwischen der Fleischhelligkeit (L^*) 48 Stunden und 14 Tage p.m. und den Merkmalen der Fleischleistung ergaben sich durchgehend niedrige positive und in der Regel signifikant von Null verschiedene Schätzwerte. Das bedeutete, dass mit einem höheren Wachstum und höherer Fleischigkeitsklasse auch eine etwas höhere Farbhelligkeit (L^*) verbunden war. Insbesondere für die Zunahmen ergaben sich leicht höhere Korrelationen. Dagegen waren die Korrelationen zwischen Fettgewebeklasse und Farbhelligkeit (L^*) niedrig und negativ. Eine höhere Fettgewebeklasse führte also zu einem leicht niedrigeren Helligkeitswert. Zwischen Lebendgewicht und den Rottonwerten (a^*) 48 Stunden und 14 Tage p.m. wurden ebenfalls niedrige positive Korrelationen gefunden.

Tabelle 36: Korrelationskoeffizienten (r_p) zwischen Fleischfarbe und Merkmalen der Fleischleistung

Merkmale	L*-Wert		a*-Wert		b*-Wert	
	48 _h (10)	14 _d (11)	48 _h (12)	14 _d (13)	48 _h (14)	14 _d (15)
2. Lebendgewicht	0,11*	0,13*	0,18*	0,12*	0,05	- 0,01
3. Lebenstagszunahme	0,24*	0,28*	- 0,01	0,10	- 0,12*	- 0,10
4. Schlachtkörpergewicht	0,13*	0,17*	0,08	0,07	- 0,02	- 0,09
5. Nettozunahme	0,23*	0,27*	- 0,04	0,07	- 0,13*	- 0,12*
6. Fleischigkeitsklasse	0,13*	0,11	0,04	0,05	0,10	- 0,05
7. Fettgewebeklasse	- 0,18*	- 0,11	0,01	- 0,004	0,08	0,23*

$r_p \neq 0$ signifikant mit $P < 0,05$

Die Korrelationen zwischen dem Rottonwert (a^*) und den anderen Fleischleistungsmerkmalen variierten um Null. Zwischen dem Gelbtonwert (b^*) 48 Stunden bzw. 14 Tage p.m. und den Zunahmen wurden leicht negative, signifikant von Null verschiedene Korrelationen geschätzt. Je höher die Zunahmen waren, umso geringer war also die Intensität des

Gelbtönen (b^*). Die Korrelationen zwischen dem Gelbtonwert und den übrigen Fleischleistungsmerkmalen variierten ebenfalls um Null, mit Ausnahme der Korrelation des Gelbtonwertes (b^*) 14 Tage p.m. zur Fettgewebeklasse, die einen Wert von $r_p = 0,23$ aufwies. Im Allgemeinen kann also festgestellt werden, dass die Helligkeit sich mit höherer Fleischleistung leicht erhöhte. Rotton- (a^*) und Gelbtonwert (b^*) aber weitgehend unabhängig von den Merkmalen der Fleischleistung waren.

Für die Beziehungen zwischen Fleischfarbe und den Merkmalen der Fleischleistung gab es nur wenig vergleichbare Untersuchungen (Tab. 16). Die Korrelationen variierten um Null. Bei der Fleischhelligkeit fanden *REVERTER* et al. (2003b) mit $r_p = 0,42$ jedoch eine höhere Korrelation zum Schlachtkörpergewicht. Diese lag jedoch in der gleichen Richtung wie die Schätzwerte der eigenen Arbeit. Außerdem schätzte *FRICKH* (2001b) niedrige positive Korrelationen zwischen allen Merkmalen der Fleischleistung und dem Rottonwert (a^*), d. h. bei höherer Wachstumsleistung fand er eine etwas höhere Intensität im Rotton. Insgesamt lagen die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung im Rahmen der bisher beobachteten Werte.

Die Korrelationen zwischen den Scherkraftwerten und den Merkmalen der Fleischleistung waren niedrig und variierten um Null (Tab. 37). Die Korrelationen zwischen Lebend- bzw. Schlachtkörpergewicht und den Scherkraftwerten roh 48 Stunden bzw. 14 Tage p.m. waren niedrig und positiv und signifikant von Null verschieden. Mit zunehmendem Lebend- bzw. Schlachtkörpergewicht war der Scherkraftwert also jeweils höher, d. h. das Fleisch etwas weniger zart. Zwischen Lebenstags- bzw. Nettozunahme und den Scherkraftwerten nach der Schlachtung bzw. bei der Reifung ergaben sich jedoch negative Korrelationen, die für die Scherkraft 48 Stunden p.m. signifikant waren. Mit höherer Lebenstags- bzw. Nettozunahme wurde das Fleisch also ein wenig zarter. Im Gegensatz zu den etwas unterschiedlichen Korrelationen zwischen den Scherkraftwerten roh 48 Stunden und 14 Tage p.m. und den Merkmalen der Fleischleistung waren die Korrelationen für die Scherkraft bei gereiftem und gekochtem

Fleisch (WBS gekocht 14 d p.m.) einheitlich niedrig, positiv und signifikant von Null verschieden. Also war mit höherer Fleischleistung durchweg ein etwas höherer Scherkraftwert verbunden, und das Fleisch hatte damit

Tabelle 37: Korrelationskoeffizienten (r_p) zwischen Warner-Bratzler-Scherwerten und Merkmalen der Fleischleistung

Merkmale	WBS _{48h} roh (16)	WBS _{14d} roh (17)	WBSg _{14d} gekocht (18)
2. Lebendgewicht	0,14*	0,14*	0,14*
3. Lebenstagszunahme	– 0,15*	– 0,03	0,14*
4. Schlachtkörpergewicht	0,13*	0,17*	0,17*
5. Nettozunahme	– 0,12*	– 0,01	0,14*
6. Fleischigkeitsklasse	– 0,09	– 0,01	0,13*
7. Fettgewebeklasse	0,08	– 0,08	– 0,05

* $r_p \neq 0$ signifikant mit $P < 0,05$

auch eine etwas geringere Zartheit. Dies gilt jedoch nicht für die Beziehung zwischen Fettgewebeklasse und dem Scherkraftwert gekocht 14 Tage p.m., die mit $r_p = -0,05$ nicht signifikant von Null verschieden war. Während also höhere Lebenstagszunahme und Nettozunahme zu etwas besserer Zartheit nach dem Schlachten führten, ergab sich letztlich für das gereifte und gekochte Fleisch, also bei dem für den Konsumenten wichtigsten Merkmal, eine etwas geringere Zartheit.

Diese Ergebnisse stimmen weitgehend mit den bisher gefundenen geringen Korrelationen zwischen Scherkraftwerten und Merkmalen der Fleischleistung überein (Tab. 16). Lediglich die Werte, die SOCHOR et al. (2005) gefunden hatten, waren deutlich anders. Sie hatten zwischen Lebenstagszunahme bzw. Nettozunahme und Scherkraft eine hohe negative, und zwischen Schlachtkörpergewicht und Scherkraft eine erhebliche positive und signifikante Korrelation geschätzt. Allerdings muss auch hier auf das begrenzte Tiermaterial dieser Untersuchung hingewiesen werden. So bleibt insgesamt das Ergebnis, dass die Scherkraftwerte nur eine geringe Korrelation zu den Merkmalen der Fleischleistung aufweisen.

Die Korrelationen zwischen dem intramuskulären Fettgehalt (IMF) und dem mit der computergestützten Videobildanalyse geschätzten sichtbaren Fettanteil (SFA) waren alle relativ niedrig und variierten um den Nullpunkt (Tab. 38). Während die Korrelationen von intramuskulärem Fettgehalt (IMF) bzw. sichtbarem Fettanteil (SFA) zu Lebendgewicht sowie Lebendtags- und Nettozunahme mit Werten zwischen $r_p = -0,08$ und $r_p = 0,03$ ganz nahe bei Null lagen, waren die Korrelationen zum Schlachtkörpergewicht mit den Werten $r_p = -0,15$ bzw. $r_p = -0,13$ deutlich negativ und etwas stärker. Mit höherem Schlachtkörpergewicht war offenbar sowohl ein etwas geringerer intramuskulärer Fettgehalt als auch ein etwas geringerer sichtbarer Fettanteil verbunden. Zwischen intramuskulärem Fettgehalt und Fleischigkeitsklasse bestand keine Korrelation, zur Fettgewebeklasse war die Korrelation jedoch mit $r_p = 0,31$ positiv und erheblich. Dies bedeutete, dass Tiere mit höherer Einstufung in der Fettabdeckung auch einen höheren intramuskulären Fettgehalt aufwiesen. Umgekehrt ergab sich mit $r_p = -0,23$ eine deutliche negative und signifikante Korrelation des sichtbaren Fettanteils zu der Fleischigkeitsklasse, aber keine Korrelation zur Fettgewebeklasse. Tiere mit höherer Einstufung in der Fleischigkeit zeigten also einen geringeren sichtbaren Fettanteil, während Tiere mit höherer Einstufung in der Fettabdeckung keine Veränderung im sichtbaren Fettanteil zeigten.

Tabelle 38: Korrelationskoeffizienten (r_p) zwischen Fettanteil und Merkmalen der Fleischleistung

Merkmale	Intramusk. Fettgehalt (IMF) (19)	Sichtbarer Fettanteil (SFA) (20)
2. Lebendgewicht	- 0,08	- 0,03
3. Lebendtagszunahme	0,03	- 0,003
4. Schlachtkörpergewicht	- 0,15*	- 0,13
5. Nettozunahme	- 0,004	- 0,06
6. Fleischigkeitsklasse	0,03	- 0,23*
7. Fettgewebeklasse	0,31*	- 0,02

* $r_p \neq 0$ signifikant mit $P < 0,05$

Für die Korrelationen zwischen intramuskulärem Fettgehalt (IMF) und Schlachtkörpergewicht hatten *REVERTER* et al. (2003b), zur Nettozunahme *KÖGEL* et al. (1993) sowie *FRICKH* (2001b) ganz ähnliche Werte wie in der vorliegenden Arbeit geschätzt (Tab. 16). Für die Korrelation zur Fleischigkeitsklasse hatten *KÖGEL* et al. (1993) und *FRICKH* (2001b) mit $r_p = -0,18$ bzw. $r_p = 0,13$ dagegen etwas gegensätzliche Werte gefunden, die mit dem eigenen Wert von $r_p = 0,03$ nicht ganz übereinstimmten. Insgesamt war hier jedoch offenbar keine deutliche Korrelation vorhanden. Für die Korrelation zwischen intramuskulärem Fettgehalt und Fettgewebeklasse hatte *FRICKH* (2001b) einen Wert von $r_p = 0,03$ erhalten, während sich in der vorliegenden Untersuchung mit $r_p = 0,31$ eine deutliche Korrelation zwischen diesen beiden Merkmalen ergeben hatte. Im Vergleich mit den Werten aus der Literatur zeigten sich die Werte aus dem eigenen Material insgesamt als plausibel. Die Korrelation zwischen den Merkmalen intramuskulärer Fettgehalt bzw. sichtbarer Fettanteil und den Merkmalen der Fleischleistung waren insgesamt niedrig.

5.3.3 Korrelationen zwischen den Merkmalen der Fleischqualität

Die Korrelationen zwischen den pH-Werten nach dem Schlachten (48 h p.m.) bzw. nach der Reifung (14 d p.m.) und den Merkmalen der Fleischfarbe waren einheitlich negativ und signifikant verschieden von Null (Tab. 39). Die Größenordnung war mit Werten zwischen $r_p = -0,20$ und $r_p = -0,40$ leicht unterschiedlich, mit Ausnahme der Korrelation $r_p = -0,12$

Tabelle 39: Korrelationskoeffizienten (r_p) zwischen pH-Wert und Merkmalen der Fleischfarbe

Merkmale	pH-Wert _{48h} (8)	pH-Wert _{14d} (9)
10. L*-Wert _{48h}	- 0,20*	- 0,30*
11. L*-Wert _{14d}	- 0,21*	- 0,32*
12. a*-Wert _{48h}	- 0,23*	- 0,31*
13. a*-Wert _{14d}	- 0,20*	- 0,30*
14. b*-Wert _{48h}	- 0,32*	- 0,12*
15. b*-Wert _{14d}	- 0,40*	- 0,30*

* $r_p \neq 0$ signifikant mit $P < 0,05$

für die Korrelation zwischen dem Gelbtonwert 48 Stunden p.m. und dem pH-Wert 14 Tage post mortem. Mit Korrelationen von ca. $r_p = -0,20$ zum pH-Wert nach der Schlachtung (pH 48 h) und etwas stärker negativen Korrelationen von ca. $r_p = -0,30$ zum pH-Wert nach der Reifung (pH 14 d) zeigten die Helligkeits- (L*) und Rottonwerte (a*) sehr einheitliche Werte. Höhere pH-Werte waren also mit geringeren Helligkeitswerten und geringerer Intensität des Rottens und des Gelbtens verbunden. Während sich diese Beziehung zwischen pH-Wert und Helligkeits- bzw. Rottonwerten nach der Reifung verstärkte, war die nach dem Schlachten etwas stärkere Beziehung zwischen pH-Wert und Gelbtonwert nach der Reifung etwas geringer.

Andere Autoren hatten ebenfalls durchweg negative Korrelationen zwischen pH-Wert und den Farbmerkmalen erhalten (Tab. 17). Die Größenordnung schwankte dabei zwischen $r_p = -0,01$ und $r_p = -0,79$ deutlich. KÖGEL et al. (1993), WULF und WISE (1999) sowie PAGE et al. (2001)

hatten für alle Merkmale der Fleischfarbe hohe, AASS (1996) sowie FRICKH und SÖLKNER (1997) mittlere und FRICKH (2001b) niedrige negative Korrelationen geschätzt. Die Variabilität dieser Ergebnisse, bei denen nur die Ergebnisse von WULF und WISE (1999) signifikant von Null verschieden waren, ließ sich nicht eindeutig klären. Das negative Vorzeichen und die Ähnlichkeit mit den Ergebnissen von AASS (1996) sowie FRICKH und SÖLKNER (1997) zeigten jedoch die Plausibilität der eigenen Schätzwerte.

Der Beziehung zwischen den beiden Messzeitpunkten des pH-Wertes (Tab. 40) war mit $r_p = 0,70$ positiv und sehr eng. FRICKH (2001b) hatte mit einer Korrelation von $r_p = 0,54$ zwischen den pH-Werten 24 Stunden und 96 Stunden p.m. ebenfalls einen hohen Wert geschätzt.

Die Korrelationen zwischen den pH-Werten und den Scherkraftwerten lagen alle nur geringfügig über Null. FRICKH (2001b) hatte mit $r_p = 0,02$ ein ähnliches Ergebnis erhalten (Tab. 18), während KÖGEL et al. (1993) und EILERS et al. (1996) mit $r_p = 0,24$ bzw. $r_p = 0,22$ eine mittlere positive

Tabelle 40: Korrelationskoeffizienten (r_p) zwischen pH-Wert und Warner-Bratzler-Scherwerten

Merkmale	pH-Wert _{48h} (8)	pH- Wert _{14d} (9)
9. pH-Wert _{14d}	0,70*	–
16. WBS _{48h} roh	0,10	0,10
17. WBS _{14d} roh	0,07	0,03
18. WBSg _{14d} gekocht	0,10	0,13*

* $r_p \neq 0$ signifikant mit $P < 0,05$

Korrelation geschätzt hatten. Die Schätzung von SOCHOR et al. (2005) mit einer hohen negativen Korrelation von $r_p = -0,51$ war vollständig verschieden von den anderen Ergebnissen. Dies könnte wiederum auf der geringen Tierzahl bei dieser Untersuchung beruhen. Zwischen den Messungen des pH-Wertes und den Messwerten des Scherkraftwertes bestand also nur ein sehr geringer Zusammenhang.

Die Korrelationen zwischen den Warner-Bratzler-Scherkraftwerten und den Merkmalen der Fleischfarbe war nur wenig von Null verschieden (Tab. 41) zwar waren einige Werte sogar signifikant von Null verschieden, eine systematische Tendenz war jedoch kaum zu erkennen. Lediglich bei den Korrelationen zwischen dem Scherkraftwert beim gereiften und gekochten Fleisch (WBS 14 d gekocht) und den Farbmerkmalen zeigten sich für die Helligkeit (L^*) keine Beziehungen, während für die Intensität des Rottens (a^*) und Gelbtens (b^*) geringe negative Beziehungen geschätzt wurden.

Tabelle 41: Korrelationskoeffizienten (r_p) zwischen Warner-Bratzler-Scherwerten und Merkmalen der Fleischfarbe

Merkmale	WBS _{48h} roh (16)	WBS _{14d} roh (17)	WBSg _{14d} gekocht (18)
10. L^* -Wert _{48h}	– 0,10	0,12*	0,01
11. L^* -Wert _{14d}	– 0,01	0,20*	0,01
12. a^* -Wert _{48h}	– 0,02	0,10	– 0,10
13. a^* -Wert _{14d}	– 0,02	0,03	– 0,10
14. b^* -Wert _{48h}	0,01	0,01	– 0,10
15. b^* -Wert _{14d}	0,20*	0,01	– 0,20*

* $r_p \neq 0$ signifikant mit $P < 0,05$

Eine höhere Scherkraft war also mit einer etwas geringeren Sättigung des Rottens (a^*) und des Gelbtens (b^*) verbunden. In der Literatur wurden teilweise deutlich stärker negative Korrelationen zwischen diesen Merkmalen (Tab. 18) beobachtet.

Die Korrelationen zwischen den erfassten Merkmalen der Fleischhelligkeit (L^*) und des Rottens (a^*) waren positiv und hoch (Tab. 42). Demnach hatte Fleisch mit einem höheren Helligkeitswert (L^*) auch eine höhere Intensität des Rottens (a^*). Zwischen den Helligkeitswerten (L^*) und dem Gelbtonwert nach dem Schlachten (b^* 48 h) bestand mit $r_p = 0,20$ eine deutlich geringere Korrelation. Also erhöhte sich die Sättigung des Gelbtens (b^*) nur geringfügig bei einem höheren Helligkeitswert. Im Gegensatz dazu ergaben sich für den Gelbtonwert nach der Reifung (b^* 14 d) niedrige negative Korrelationen d. h. mit höherem Helligkeitswert wurde die Sättigung des Gelbtens geringer. Für die Beziehungen zwischen den

Rottonwerten und den Gelbtonwerten ergaben sich mit Korrelationen zwischen $r_p = 0,02$ und $r_p = 0,52$ keine einheitlichen und interpretierbaren Werte. Die Korrelation zwischen dem Gelbtonwert zwischen 48 Stunden p.m. und 14 Tage p.m. war mit $r_p = 0,40$ nicht sehr hoch und zeigte damit

Tabelle 42: Korrelationskoeffizienten (r_p) zwischen Merkmalen der Fleischfarbe

Merkmale	L*-Wert	a*-Wert		b*-Wert	
	14 _d (11)	48 _h (12)	14 _d (13)	48 _h (14)	14 _d (15)
10. L*-Wert _{48h}	0,92*	0,74*	0,80*	0,20*	- 0,14*
11. L*-Wert _{14d}		0,70*	0,80*	0,20*	- 0,10
12. a*-Wert _{48h}			0,80*	0,52*	0,02
13. a*-Wert _{14d}				0,21*	0,13*
14. b*-Wert _{48h}					0,40*

* $r_p \neq 0$ signifikant mit $P < 0,05$

eine erhebliche Unabhängigkeit zwischen den beiden Messungen. In der Literatur wurden deutlich unterschiedliche Schätzwerte zwischen $r_p = - 0,32$ und $r_p = 0,76$ für die Korrelation zwischen Helligkeitswert (L*) und Rottonwert (a*) angegeben (Tab. 17). *KÖGEL* et al. (1998), *WULF* und *WISE* (1999) und *PAGE* et al. (2001) hatten Werte in der gleichen Größenordnung wie die vorliegende Untersuchung gefunden. *FRICKH* und *SÖLKNER* (1997) und *FRICKH* (2001b) hatten sogar negative Werte geschätzt. Die deutlich geringeren Korrelationen in der eigenen Arbeit zwischen Helligkeitswert (L*) und Gelbtonwert (b*) wurden nur von *KÖGEL* et al. (1993) sowie *FRICKH* und *SÖLKNER* (1997) bestätigt. Während *FRICKH* (2001b) einen Wert von Null gefunden hatte, ergaben sich bei allen anderen Autoren sehr hohe Korrelationen. Die Korrelationen zwischen Rotton (a*) und Gelbton (b*) lagen außer bei *FRICKH* (2001b) mit $r_p = 0,36$ zwischen $r_p = 0,55$ und $r_p = 0,95$ und waren damit durchgängig deutlich höher als in der eigenen Arbeit. Während die Korrelationen zwischen den Merkmalen der Fleischfarbe in der eigenen Arbeit deutlich und plausibel erschienen und nur zum Teil etwas unsystematisch waren, zeigten sich in der Literatur Widersprüche bei den Ergebnissen, die nicht aufzuklären waren.

Die Beziehungen zwischen den Scherkraftwerten waren enttäuschend niedrig (Tab. 43). Zwischen dem Scherkraftwert nach der Schlachtung (WBS 48 h roh) und dem Scherkraftwert nach der Reifung (WBS 14 d roh) ergab sich mit $r_p = 0,30$ eine Korrelation nur mäßig hohe positive und signifikant von Null verschiedene Korrelation, d. h. es bestand eine hohe zufällige Variation bei den Messungen zu den beiden Zeitpunkten. Zwischen dem Scherkraftwert nach der Schlachtung und der Scherkraft am gereiften und gekochten Fleisch war mit $r_p = -0,009$ kein Zusammenhang vorhanden. Die Messung der Zartheit am rohen Fleisch nach dem Schlachten

Tabelle 43: Korrelationskoeffizienten (r_p) zwischen Warner-Bratzler-Scherwerten

Merkmale	WBS _{14d} roh (17)	WBSg _{14d} gekocht (18)
16. WBS _{48h} roh	0,30*	- 0,009
17. WBS _{14d} roh	-	0,20*

* $r_p \neq 0$ signifikant mit $P < 0,05$

ermöglicht demnach keine Aussage über die Zartheit des gereiften und gekochten Fleisches, also über das für den Verbraucher wichtigste Merkmal. Die Korrelation zwischen dem Scherkraftwert nach der Reifung und dem Scherkraftwert am gekochten Fleisch war mit $r_p = 0,20$ ebenfalls gering. Bei diesem niedrigen Schätzwert erlaubte der Scherkraftwert am rohen Fleisch (WBS 14 d roh) also auch keine sichere Aussage über die Zartheit des gekochten Fleisches.

Auch *FRICKH* (2001b) hatte nur einen Wert von $r_p = 0,06$ für die Korrelation zwischen den Scherkraftwerten an rohem und gegrilltem Fleisch geschätzt. Damit ergab sich bei dieser Korrelation eine deutliche Übereinstimmung.

Die Korrelationen zwischen dem intramuskulären Fettgehalt (IMF) und verschiedenen Fleischqualitätsmerkmalen waren niedrig und negativ (Tab. 44). Eine Erhöhung des intramuskulären Fettgehalts war deshalb mit einer

Tabelle 44: Korrelationskoeffizienten (r_p) zwischen intramuskulärem Fettgehalt und Fleischqualitätsmerkmalen

Merkmale	Intramuskulärer Fettgehalt (IMF)
8. pH-Wert _{48h}	– 0,10
9. pH-Wert _{14d}	– 0,03
10. L*-Wert _{48h}	– 0,20*
11. L*-Wert _{14d}	– 0,16*
16. WBS _{48h} roh	– 0,08
17. WBS _{14d} roh	– 0,12*
18. WBSg _{14d} gekocht	– 0,11

* $r_p \neq 0$ signifikant mit $P < 0,05$

leichten Senkung der pH-Werte, der Farbhelligkeitswerte und der Scherkraftwerte verbunden. Die Korrelationen des intramuskulären Fettgehalts zu den pH-Werten nach der Schlachtung und nach der Reifung waren gering. Für die Beziehung zwischen dem intramuskulären Fettgehalt und den Farbhelligkeitswerten 48 Stunden bzw. 14 d p.m. ergab sich bei Schätzwerten von $r_p = -0,20$ bzw. $r_p = -0,16$ eine etwas stärker negative Korrelation. Mit höherem intramuskulären Fettgehalt war also das Fleisch etwas dunkler. Die Korrelationen zwischen dem intramuskulären Fettgehalt und den Scherkraftwerten waren negativ und wichen nur geringfügig von Null ab. Dementsprechend ging ein etwas höherer intramuskulärer Fettgehalt mit einer geringfügig niedrigeren Scherkraft einher, zeigte also eine bessere Zartheit des Fleisches an.

Die Schätzwerte zwischen intramuskulärem Fettgehalt und pH-Wert bei *PURCHAS* et al. (1974), *AASS* (1996), *BAUD* et al. (1998) und *FRICKH* (2001b) stimmten mit den Werten der vorliegenden Untersuchung gut überein (Tab. 18). Für die Beziehung zwischen intramuskulären Fettgehalt und Helligkeitswert ergab sich bei *FRICKH* (2001b) ein ähnlicher Wert, während *KÖGEL* et al. (1998) eine positiven höheren und *REVERTER* et al.

(2003b) einen Schätzwert nahe Null erhalten hatten. Während sich bei den meisten Untersuchungen für die Korrelation zwischen intramuskulärem Fettgehalt und der Scherkraft deutlich stärkere negative Korrelationen ergeben hatten, beobachteten einige Autoren geringe bis mittlere positive Korrelationen. Aufgrund dieser etwas widersprüchlichen Ergebnisse konnten die eigenen Ergebnisse nicht plausibel eingeordnet werden.

Da das Merkmal sichtbarer Fettanteil (SFA) nur an 130 Weidekälbern (II) untersucht werden konnte, wurde für alle Schätzungen von Korrelationen und Regressionen für dieses Merkmal das zusätzliche Tiermaterial von 90 Mastrindern (III) hinzugenommen, um die Varianz des Fettanteils zu erhöhen. Die Korrelationen zwischen dem sichtbaren Fettanteil und den anderen Fleischqualitätsmerkmalen waren für die Weidekälber (Material II) in der Regel negativ und niedrig, für die Mastrinder (Material III) jedoch positiv, aber ebenfalls niedrig. Daraus ergaben sich in der Regel für das Gesamtmaterial niedrige Werte mit unterschiedlichen Vorzeichen. Da die Werte in der Regel um Null variierten, erschien es nicht sinnvoll, alle Werte im Einzelnen zu kommentieren. Zwischen dem sichtbaren Fettanteil und den Helligkeitswerten ergab sich jedoch eine etwas deutlichere

Tabelle 45: Korrelationskoeffizienten (r_p) zwischen sichtbarem Fettanteil und Fleischqualitätsmerkmalen für 3 Materialgruppierungen

Merkmale	Sichtbarer Fettanteil (SFA)		
	Weidekälber II (n=130)	Mastrinder III (n=90)	Gesamtmaterial II + III (n=220)
8. pH-Wert _{48h}	0,09	0,02	- 0,02
9. pH-Wert _{14d}	- 0,10	0,16	0,32*
10. L*-Wert _{48h}	- 0,19*	0,10	- 0,18*
11. L*-Wert _{14d}	- 0,21*	0,13	- 0,02
16. WBS _{48h} roh	- 0,24*	0,04	0,10
17. WBS _{14d} roh	- 0,17	0,001	0,003
18. WBSg _{14d} gekocht	- 0,27*	0,12	0,08
19. IMF	- 0,05	0,09	0,37*

* $r_p \neq 0$ signifikant mit $P < 0,05$

negative und signifikant von Null verschiedene Korrelation bei den Weidekälbern (Material II). Demnach war mit einer Erhöhung des sichtbaren Fettanteils eine leichte Absenkung des Helligkeitswertes und damit ein etwas dunkleres Fleisch verbunden. Ebenso wurden für die Korrelation zwischen dem sichtbaren Fettanteil und den Scherkraftwerten noch etwas stärkere negative und zum Teil ebenfalls signifikante Werte zwischen $r_p = -0,17$ und $r_p = -0,27$ geschätzt.

Ein höherer sichtbarer Fettanteil führte demnach zu einem etwas geringeren Scherkraftwert, insbesondere bei gekochtem Fleisch. Bei den Mastrindern waren die Schätzwerte für diese Korrelation unwesentlich von Null verschieden. Die Zusammenführung der beiden Teilmaterialien zum Gesamtmaterial führte bei den meisten Merkmalen zu einer Verringerung der Werte auf Korrelationen um Null. Lediglich für den pH-Wert 14 Tage p.m. wurde ein deutlich positiver Korrelationskoeffizient von $r_p = 0,32$ im Gesamtmaterial geschätzt. Das bedeutete bei Erhöhung des sichtbaren Fettanteils eine merkliche Erhöhung des pH-Wertes nach der Reifung. Umgekehrt wurde für den Farbhelligkeitswert im Gesamtmaterial eine Korrelation von $r_p = -0,18$ ermittelt, ähnlich wie in dem Material der Weidekälber (Material II).

Korrelationen zwischen dem sichtbaren Fettanteil und anderen Merkmalen der Fleischqualität waren nur von *FRICKH* (2001b) und *DASIEWICZ* et al. (2003) bei Jungrindern geschätzt worden (Tab. 19). In beiden Untersuchungen hatten sich ebenfalls sehr niedrige Korrelationen um Null des sichtbaren Fettanteils (SFA) zum pH-Wert sowie etwas deutlichere negative Korrelationen zum Helligkeitswert (L^*) ergeben. Die von *FRICKH* (2001b) geschätzten niedrigen positiven Korrelationen von $r_p = 0,27$ für den Scherkraftwert am rohen Fleisch und von $r_p = 0,02$ für den Scherkraftwert am gegrillten Fleisch stimmten gut mit den eigenen Werten am Gesamtmaterial (II + III) überein. Dagegen war der von *DASIEWICZ* et al. (2003) für die Korrelation zum Scherkraftwert beim gekochten Fleisch mit $r_p = -0,14$ eher mit den Schätzwerten bei den Weidekälbern (II) zu vergleichen. Insgesamt waren die Korrelationen jedoch alle gering und die

Werte bei der begrenzten Zahl von Beobachtungen in der Regel mit erheblicher Unsicherheit geschätzt. Insbesondere hatten beispielsweise die von *DASIEWICZ et al. (2003)* angegebenen Schätzwerte für diese Korrelationen innerhalb einzelner Rassen eine sehr große Variation gezeigt, die im wesentlichen auf die begrenzte Tierzahl zurückzuführen war.

Für die entscheidende Korrelation zwischen dem sichtbaren Fettanteil (SFA) und dem intramuskulären Fettgehalt (IMF) wurden bei den beiden Teilmaterialien der Weidekälber (II) und der Mastrinder (III) niedrige Korrelationen von $r_p = -0,05$ bzw. $r_p = 0,09$ geschätzt. Diese Schätzwerte schienen unter anderem durch niedrige Fettgehaltswerte und relativ geringe Variation innerhalb des Materials der Weidekälber (II) und innerhalb des Materials der Mastrinder (III) bedingt. Bei der Zusammenführung der beiden Teilmaterialien in dem Gesamtmaterial ergab sich mit $r_p = 0,37$ ein positiver und signifikant von Null verschiedener Korrelationskoeffizient. Die Höhe dieser Korrelation zeigte einerseits einen deutlichen Zusammenhang zwischen dem sichtbaren Fettanteil und dem intramuskulären Fettgehalt. Andererseits ist daraus auch zu erkennen, dass diese beiden Variablen unterschiedliche Merkmale sind, die nicht genau das gleiche Phänomen erfassen. Das bedeutet auch, dass sich der intramuskuläre Fettgehalt nur mit geringer Genauigkeit aus dem sichtbaren Fettanteil schätzen lässt.

Für die Korrelation zwischen sichtbarem Fettanteil (SFA) und intramuskulärem Fettgehalt (IMF) wurden sowohl für gefärbte als auch für ungefärbte Proben im Allgemeinen höhere positive Werte zwischen $r_p = 0,49$ und $r_p = 0,99$ geschätzt als in der vorliegenden Untersuchung (Tab. 20). Lediglich *ISHII et al. (1992)* mit $r_p = 0,34$ und *POLAK et al. (2008)* mit $r_p = 0,36$ beobachteten Werte in ähnlicher Größenordnung wie im Gesamtmaterial (II + III). Eine Korrelation von Null wie bei den Weidekälbern (II) wurde jedoch in keiner anderen Untersuchung gefunden. Einerseits könnte dies auf den einheitlich niedrigen Fettanteil und die darauf beruhende geringe Variation bei den Weidekälbern zurückgeführt werden. Andererseits war offenbar bei dem geringen Fettanteil der Weidekälber die optische Erkennung und Unterscheidung zwischen den Tieren auch schwieriger.

Um den Zusammenhang zwischen dem sichtbaren Fettanteil und dem intramuskulären Fettgehalt bei den einzelnen Teilmaterialien deutlich zu machen, wurden die Daten für das Material (II), das Material (III) und das Gesamtmaterial (II + III) in einem Koordinatensystem mit den Regressionsgeraden dargestellt (Abb. 26, 27, 28). Ein Vergleich der Abbildungen 26 und 27 mit den Daten der Weidekälber (II) bzw. der Mastrinder (III) zeigt deutlich die höheren Werte und die größere Variation bei den Mastrindern für beide Merkmale. Bei beiden Teilmaterialien hatte die Regression nur eine geringe Steigung und ein geringes Bestimmtheitsmaß.

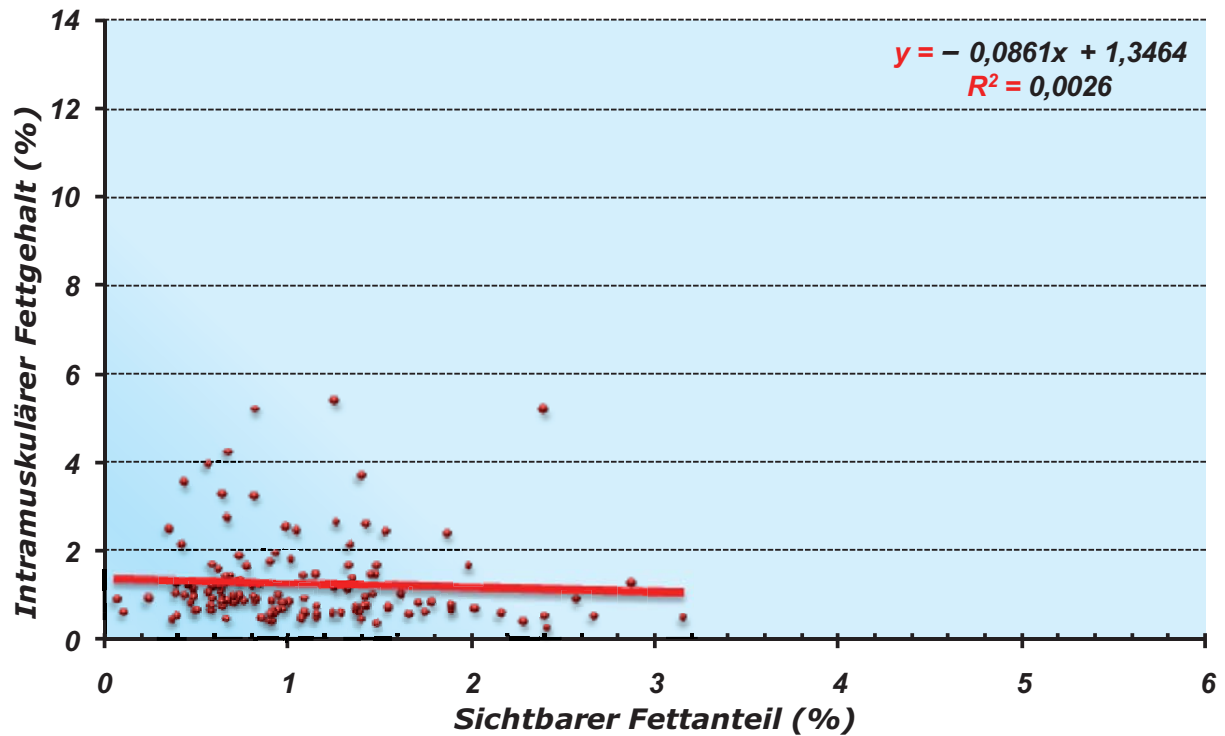


Abbildung 26: Regression zwischen sichtbarem Fettanteil und intramuskulärem Fettgehalt bei Weidekälbern (II, n= 130)

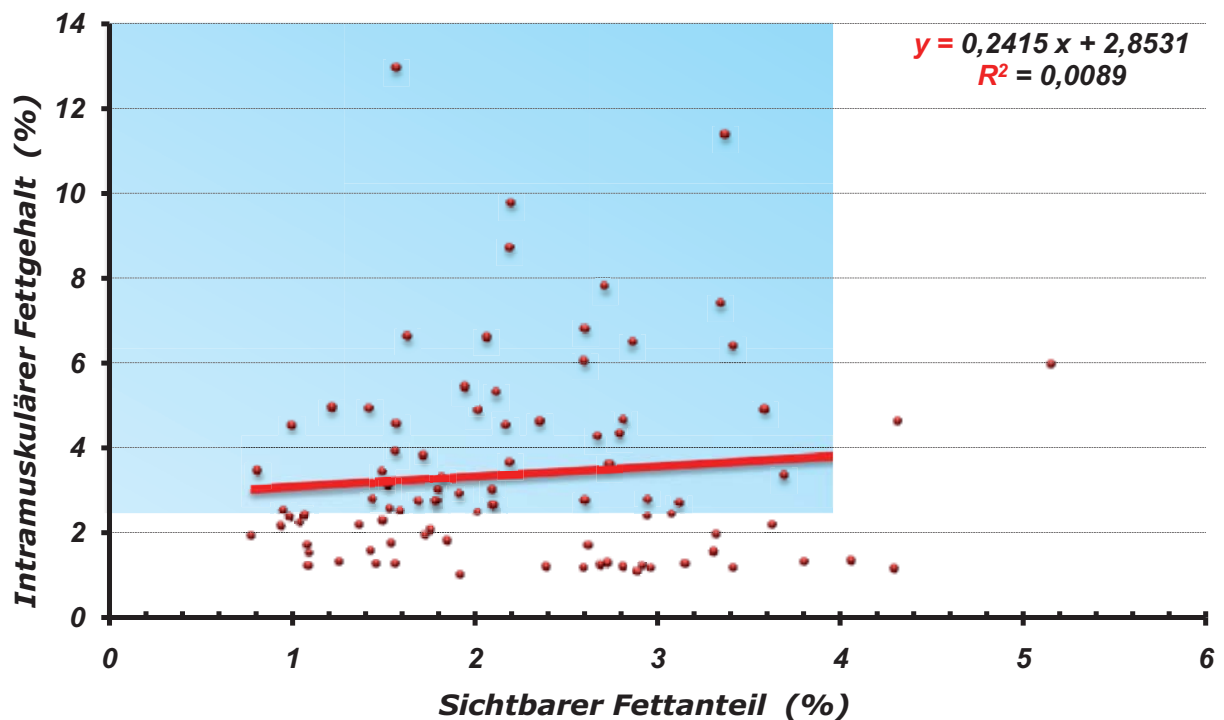


Abbildung 27: Regression zwischen sichtbarem Fettanteil und intramuskulärem Fettgehalt bei Mastrindern (III, n= 90)

Insgesamt war auch dieses Ergebnis am Gesamtmaterial mit der Korrelation von $r_p = 0,37$ sowohl absolut als auch im Vergleich mit den Werten der Literatur unbefriedigend. Beim Gesamtmaterial (II + III) wurde jedoch eine deutlich höhere Steigung und ein höheres Bestimmtheitsmaß geschätzt. Bei dieser Korrelation ist eine Abschätzung des intramuskulären Fettgehalts aus dem sichtbaren Fettanteil sehr ungenau. Mit dem Ergebnis der hier vorliegenden Untersuchung unter Praxisverhältnissen wäre es nicht gerechtfertigt, die aufwändige computergestützte Videobildanalyse zur Abschätzung des intramuskulären Fettgehalts und zur besseren und

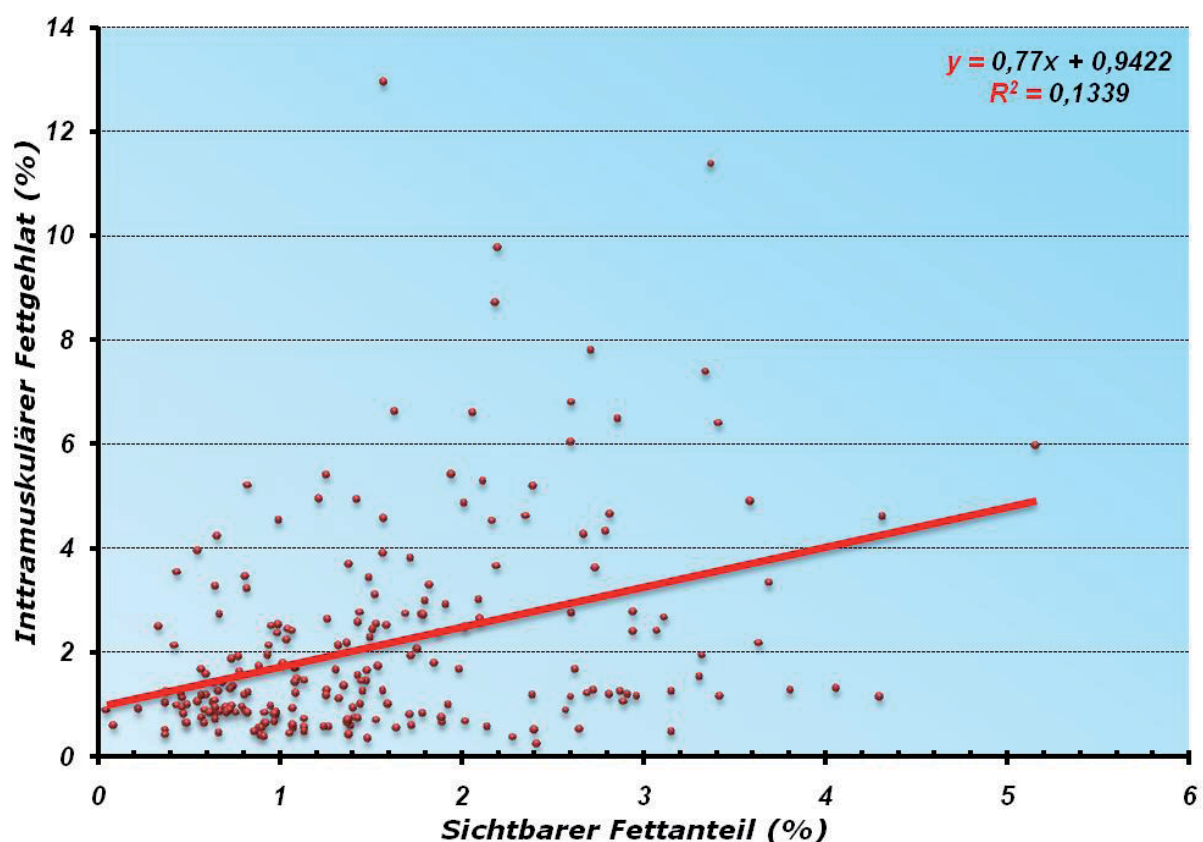


Abbildung 28: Regression zwischen sichtbarem Fettanteil und intramuskulärem Fettgehalt beim Gesamtmaterial (II+III, n= 220)

schnellere Einschätzung der Fleischqualität von Weidekälbern in den Schlachtbetrieben einzusetzen. Allerdings sind seit der Datenerhebung für diese Arbeit erhebliche Fortschritte im Bereich der digitalen Bilderfassung und -verarbeitung erreicht worden, so dass in der Zukunft bei Einsatz einer besseren Technik doch höhere Korrelationen und damit eine bessere Einschätzung der Fleischqualität bei den Weidekälbern möglich erscheinen.

6 Zusammenfassung

Um Leistungsniveau, systematische Effekte und phänotypische Korrelationen zu schätzen, wurden bei 276 Weidekälbern verschiedener Genotypen aus der Mutterkuhhaltung (Material I) Merkmale der Fleischleistung und der Fleischqualität erfasst und ausgewertet. Neben den Identitäts- und Lebensdaten der Tiere wurden die folgenden Merkmale der Fleischleistung einbezogen: Alter beim Schlachten, Lebendgewicht, Lebenstagszunahme, Schlachtkörpergewicht, Nettozunahme sowie die Komponenten der Handelsklasse, also Fleischigkeitsklasse und Fettgewebeklasse.

An den Fleischproben wurden die folgenden Merkmale der Fleischqualität 48 Stunden bzw. 14 Tage nach der Schlachtung gemessen: pH-Wert (pH_1 , pH_2), Fleischfarbe mit Helligkeit L^* (L^*_1 , L^*_2), Rotton a^* (a^*_1 , a^*_2) und Gelbton b^* (b^*_1 , b^*_2), Warner-Bratzler-Scherkraft roh (WBS_1 , WBS_2) und gekocht (WBS_3) sowie der intramuskuläre Fettanteil (IMF). Bei 130 Weidekälbern (Material II) und 90 Mastrindern (Material III) wurde zusätzlich mit der computergestützten Videobildanalyse der sichtbare Fettanteil (SFA) am Anschnitt des M. longissimus dorsi festgestellt. An diesen Daten sollten die Korrelationen dieses Merkmals zu den anderen Merkmalen geschätzt und geprüft werden, ob der mit dieser Methode erfasste sichtbare Fettanteil (SFA) eine sichere Abschätzung des intramuskulären Fettgehalts (IMF) ermöglicht. Die Auswertung erfolgte mit einem fixen linearen Modell mit den systematischen Effekten Genotypgruppe (G), Geburtsquartal (Q), Interaktion $G \times Q$ und je nach Merkmal mit den Kovariablen Alter beim Schlachten (A) und Schlachtkörpergewicht (S) oder einem Teilmodell. Die phänotypischen Korrelationen wurden als Grobkorrelationen nach Pearson geschätzt. Bei einem mittleren Alter von 217 Tagen und einem Lebendgewicht von 264 kg beim Schlachten zeigten die Weidekälber (Material I) mit einer Lebenstagszunahme von 1260 g und einer Nettozunahme von 726 g gute Leistungen. Im Mittel wurden sie in die Fleischigkeitsklasse R (2,83) und die Fettgewebeklasse 2 eingestuft. Die Qualitätsmerkmale lagen im Mittel bei $\text{pH}_2 = 5,5$, $L^*_2 = 37$, $a^*_2 = 20$, $b^*_2 = 4$, $\text{WBS}_2 = 4,3$ kg, $\text{WBS}_3 = 4,0$ kg, $\text{IMF} = 1,6$ % und $\text{SFA} = 1,3$ Prozent. Für die Fleischleistung ergaben

200

sich zwar überwiegend keine signifikanten systematischen Effekte zwischen Genotypgruppen, jedoch eine signifikante Interaktion GxQ, also Unterschiede zwischen Quartalen innerhalb Genotypgruppen. Dies traf auch für die meisten Merkmale der Fleischqualität zu. Deshalb konnten keine generellen Aussagen über die Rangordnung der Genotypgruppen getroffen werden.

Die Korrelationen zwischen den Merkmalen der Fleischleistung waren in der Regel mittel bis hoch positiv, zur Fettgewebeklasse jedoch nur um Null. Zwischen den Merkmalen der Fleischleistung und der Fleischqualität ergaben sich ebenso wie für die meisten Merkmale der Fleischqualität zu einander niedrige Korrelationen mit unterschiedlichen Vorzeichen. Lediglich für die Merkmale der Fleischfarbe wurden mittlere bis hohe positive Werte geschätzt, Ausnahmen waren die Korrelationen zum Gelbtonwert b^*_2 . Insbesondere war die Korrelation zwischen dem sichtbaren Fettanteil (SFA) und dem intramuskulären Fettgehalt (IMF) mit $r_p = 0,37$ deutlich geringer als in der Literatur berichtet. Demnach ist es nicht möglich, aufgrund des mit Videobildanalyse ermittelten sichtbaren Fettanteils den intramuskulären Fettgehalt am M. longissimus dorsi bei Weidekälbern mit der notwendigen Genauigkeit abzuschätzen. Bei weiteren Fortschritten in der digitalen Bildanalyse muss das jedoch für die Zukunft nicht ausgeschlossen werden.

7 Summary

In order to estimate performance level, systematic effects and phenotypic correlations, characteristics of meat performance and meat quality were recorded and analysed in 276 weaning calves of different genotypes from cow-calf operations (material I). In addition to identity and basic life data, the following characteristics of meat performance were included: age at slaughter, live weight, daily gain, carcass weight, net gain as well as the components of the carcass grade, grade for meatiness and grade for fatness. The following characteristics of meat quality were measured on the meat probes 48 hours and 14 days resp. after slaughter: pH-value (pH_1 , pH_2), meat colour with lightness L^* (L^*_1 , L^*_2) redness a^* (a^*_1 , a^*_2) and yellowness b^* (b^*_1 , b^*_2), Warner-Bratzler shearforce raw (WBS_1 , WBS_2) and cooked (WBS_3) as well as intramuscular fat content (IMF). The visible proportion of fat area (SFA) was measured by computer aided video image analysis at a cross-section of the M. longissimus dorsi in 130 calves (material II) and 90 fattening cattle (material III), for estimating correlations between visible fat proportion (SFA) and the other characteristics and to test, whether visible fat proportion could be used to predict intramuscular fat content (IMF). The analysis was performed depending on the trait involved with a fixed linear model including systematic effects of genotype group (G), season of birth (Q), GxQ interaction and the covariables age at slaughter (A) and carcass weight (S) or a partial model.

The phenotypic correlations were estimated as gross correlations according to Pearson. With an average age of 217 days and a live weight at slaughter of 264 kg by the calves (material I) showed a decent performance of 1260 g for live weight gain and 726 g for net gain. On average they were classified in class R (2,86) for meatiness and class 2 for fatness. The means for the characteristics of meat quality were $\text{pH}_2 = 5,5$, $L^*_2 = 37$, $a^*_2 = 20$, $b^*_2 = 4$, $\text{WBS}_2 = 4,0$ kg, $\text{IMF} = 1,6$ % and $\text{SFA} = 1,3$ percent. For meat performance, only part of the characteristics showed significant effects of genotype groups, but significant GxQ interactions e.g. differences between seasons within genotype groups. This was also true for

most characteristics of meat quality. Therefore, general statements on the ranking of genotype groups were not possible.

The correlations between characteristics of meat performance were moderate to high and positive, but to fatness grad about zero. Low correlations with different sign were calculated between characteristics of meat performance and meat quality as well as between characteristics of meat quality. Moderate to high positive values were estimated only among components of meat colour, with the exception of b^*_2 . In particular, the correlation between proportion of visible fat area (SFA) and intramuscular fat content (IMF) showed a value of $r_p = 0,37$, and was considerably lower than reported in the literature. Therefore it is not possible on the basis of this investigation, to use the proportion of visible fat area (SFA) measured by computer aided video image analysis for estimating intramuscular fat content (IMF) in the *M. longissimus dorsi* with the necessary accuracy.

With further progress in the digital video image analysis, however, this is not necessarily true for the future.

8 Literaturverzeichnis

- Aass, L., (1996) Variation in carcass and meat quality traits and their relations to growth in dual purpose cattle. *Livest. Prod. Sci.*, **46**: 1-12.
- Abril, M., Campo, M. M., Önenç, A., Sañudo, C., Albertí, P., Negueruela, A. I. (2001) Beef colour evolution as a function of ultimate pH. *Meat Sci.*, **58**: 69-78.
- Albrecht, E., Wegner, J., Ender, K. (1996) Eine neue Methode zur objektiven Bewertung der Marmorierung von Rindfleisch. *Fleischwirtschaft*, **76**: 95-98.
- Albrecht, E., Wegner, J., Ender, K. (1997) Einfluß der Rasse und des Alters auf morphometrische Merkmale der intramuskulären Fetteinlagerung und ihre Beziehungen zur Fleischqualität beim Rind, 48. Jahrestagung der Vereinigung für Tierzucht, 25.-28.8.1997, Wien, Österreich.
- Alps, H., Matzke, P. (1985) Genetische Parameter für Merkmale der Fleischbeschaffenheit und die Beziehungen zur Mastleistung und Schlachtkörperzusammensetzung beim Rind. *Züchtungskunde*, **57**: 332-347.
- Amtliche Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 35 LMBG (1980) Untersuchung von Lebensmitteln. Verlag Beuth, Berlin.
- Augustini, C. (1987) Einfluss produktionstechnischer Faktoren auf die Schlachtkörper- und Fleischqualität. In: Institut für Fleischerzeugung und Vermarktung, Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach (Hrsg.), *Rindfleisch – Schlachtkörperwert und Fleischqualität*. Kulmbacher Reihe, (Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach), Bd. **7**: 152-179.
- Augustini, C. (1999) Gegenwärtige Produktionsziele im Rahmen von Qualitätsprogrammen. In: Deutsche Gesellschaft für Züchtungskunde e. V. (Hrsg.), *Eignung der Fleischrinderrassen – Standortgerecht und Produktionszielorientiert*. DGfZ – Schriftenreihe Heft **15**: 85-92.
- Augustini, C. (2000) Qualitätsrindfleischerzeugung zwischen extensiver und intensiver Produktion. *Mitteilungsblatt BAFF, Kulmbach* **150**: 859-868.
- Augustini, C. (2001) Qualitätsrindfleischerzeugung zwischen extensiver und intensiver Produktion. *Fleischwirtschaft*, **81**: 134-137.
- Augustini, C., Fischer, K. (1999) Fleischreifung und sensorische Qualität. *Fleischwirtschaft*, **79**: 96-98.

- Augustini, C., Freudenreich, P. (1998) Reifungsdauer und Zartheit bei Rindfleisch. *Fleischwirtschaft*, **78**: 65-67.
- Augustini, C., Troeger, K. (2001) Qualitätsorientierte Rindfleischerzeugung mit standortgebundenen Rassen. *Fleischwirtschaft*, **81**: 75-78.
- Augustini, C., Fischer, K., Schön, L. (1977) Welche Informationen können unmittelbar vor der Schlachtung erhobene physiologische Messwerte über die zu erwartende Fleischbeschaffenheit geben? *Fleischwirtschaft*, **57**: 1028-1033.
- Augustini, C., Temisan, V., Kögel, J. (1992) Untersuchungen zur Frage geeigneter Vatterassen für die Gebrauchskreuzung beim Deutschen Braunvieh. 5. Mitteilung: Fleischqualität von Bullen und Färsen. *Züchtungskunde*, **64**: 136-147.
- Augustini, C., Pirchner, F., Eichinger, H., Reinsch, N., Kögel, J. (1998) Fleischleistung der gefährdeten bayerischen Rinderrassen. 2. Mitteilung: Fleischqualität. *Züchtungskunde*, **70**: 328-337.
- Augustini, C., Jilg, T., Maus, F. (2000) Untersuchungen zur Fleischqualität des Hinterwälder Rindes. *Mitteilungsblatt der Bundesanstalt für Fleischforschung Kulmbach* **39**, Nr. 147: 543.
- Augustini, C., Spindler, M., Maus, F. (2003) Untersuchungen zur Mast- und Schlachtleistung von Vorderwälderbullen. In: Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach (Hrsg.), *Jahresbericht 2002*, Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach: 13-15.
- Babbel, I. (2001) Die Spezifikation im Deutschen Lebensmittelrecht – Sensorische, Mikrobiologische und Physikalisch-Chemische Untersuchungen zur Beurteilung der Qualität von Fleischerzeugnissen in Herstellung und Handel. Diss. med. vet., Ludwig-Maximilians-Universität München.
- Baud, S., Wade, C. M. Goddard, M. E. (1998) Relationships among carcass quality characteristics between and within carcass quartering sites. *Aust. J. Agric. Res.*, **49**: 285-291.
- BioScan OPTIMAS (1991) User guide. BioScan Inc., Edmonds, WA, USA.
- Blanco, M., Ripoll, G., Albertí, P., Sanz, A., Revilla, R., Villalba, D., Casasús, I. (2008a) Effect of early weaning on performance, carcass and meat quality of spring-born bull calves raised in dry mountain areas. *Livest. Sci.*, **115**: 226-234.

- Blanco, M., Villalba, D., Ripoll, G., Sauerwein, H., Casasús, I. (2008b) Effects of early weaning and breed on calf performance and carcass and meat quality in autumn-born bull calves. *Livest. Sci.*, doi:10.1016/j.livsc. 2008.05.003
- BMJ (Bundesministerium für Justiz) (2002) Verordnung über gesetzliche Handelsklassen für Rindfleisch. BGBl. I S. 2387; 1992 I S. 384, zul. geändert durch Art. 3 V v. 23.7.2002 (BGBl. I S. 2887).
- Boccard, R., Buchter, L., Casteels, E., Cosentino, E., Dransfield, E., Hood, D. E., Joseph, R. L., Macdougall, D. B., Rhodes, D.N., Schön, I., Tinbergen, B. J., Touraille, C. (1981) Procedures for measuring meat quality characteristics in beef production experiments. Report of a working group in the Commission of the European Communities (CEC) beef production research programme. *Livest. Prod. Sci.*, **8**: 385-397.
- Bouton, P.E., Harris, P.V., Shorthose, W.R. (1971) Effect of ultimate pH upon the water-holding capacity and tenderness of mutton. *J. Food Sci.*, **36**: 435.
- Branscheid, W. (1998) Die Komponenten des Schlachttierwertes. In: Branscheid, W., Honikel, K.-O., Lengerken, G. V., Tröger, K. (Hrsg.), *Qualität von Fleisch und Fleischwaren*, Bd. 1. Deutscher Fachverlag, Frankfurt am Main: 85-96.
- Buss, g., Breitenstein, k.-g., Piur, s., Tilsch, k., Wollert, j. (1987) Untersuchungen zur Fleischbeschaffenheit in der Nachkommenprüfung von Fleischrindbullen. *Arch. Tierz.*, **30**: 505-515.
- Byrne, C. E., Troy, D. J., Buckley, D. J. (2000) Postmortem changes in muscle electrical properties of bovine *M. longissimus dorsi* and their relationship to meat quality attributes and pH fall. *Meat Sci.*, **54**: 23-34.
- Cerdeño, A., Vieira, C., Serrano, E., Mantecón, A. R. (2006) Carcass and meat quality in Brown fattened young bulls: effect of rearing method and slaughter weight. *Czech J. Anim. Sci.*, **51**: 143-150.
- Chambaz, A., Morel, I., Scheeder, M. R. L., Kreuzer, M., Dufey, P.-A. (2001) Characteristics of steers of six beef breeds fattened from eight months of age and slaughtered at a target level of intramuscular fat. I. Growth performance and carcass quality. *Arch. Tierz., Dummerstorf* **44**: 395-411.
- Chambaz, A., Scheeder, M.R.L., Kreuzer, M., Dufey, P.A. (2003) Meat quality of Angus, Simmental, Charolais and Limousin steers compared at the same intramuscular fat content. *Meat Sci.*, **63**: 491-500.

- Chládek, G., Ingr, I. (2003) Meat quality and beef production parameters of Holstein steers fattened up to 10-12 months of age. Czech J. Anim. Sci., **48**: 474-480.
- CMA (1996) Qualitäts- und Prüfbestimmungen für Rindfleisch. Centrale Marketinggesellschaft der deutschen Agrarwirtschaft mbH.
- Commission Internationale de L'Eclairage (CIE) (1986) Colorimetry, 2nd ed. Vol. Publication No. CIE 15.2. Vienna, Austria: Central Bureau of the CIE.
- Cross, H. R., Gilliland, D. A., Durland, P. R., Seideman, S. (1983) Beef carcass evaluation by use of a video image analysis system. J. Anim. Sci., **57**: 908-917.
- Dannenberger, D., Nürnberg, K., Nürnberg, G., Ender, K. (2006) Carcass- and meat quality of pasture vs concentrate fed German Simmental and German Holstein bulls. Arch. Tierz., Dummerstorf **49**: 315-328.
- Dasiewicz, K., Slowinski, M., Sakowski, T., Oprzadek, J., Wisnioch, A., Dymnicki, E., Sloniewski, K. (2003) The attempt of video image analysis use for estimation of meat quality of beef breeds bulls. Electronic J. of Polish Agric. Universities, Food Science and Technology 6 (www.ejpau.media.pl/volume6/issue2/food/abs-12.html).
- Dransfield, E., Martin, J., Bauchart, D., Abouelkaram, S., Lepetit, J., Culioli, J., Jurie, C., Picard, B. (2003) Meat quality and composition of three muscles from French cull cows and young bulls. Animal Science, **76**: 387-399.
- Eilers, K., Tatum, J. D., Morgan J. B., Smith, G. C. (1996) Modification of early postmortem muscle pH and use of postmortem aging to improve beef tenderness, J. Anim. Sci., **74**: 790-798.
- Ender, B. (1995) Vergleichende Untersuchungen zum Schlachtwert und zur Fleischbeschaffenheit bei robusten und fleischbetonten Rindern im Hinblick auf deren Marktfähigkeit. Diplomarbeit. Georg-August-Universität zu Göttingen.
- Ender, K. (1995) Future demands on meat quality. In: Ender, K. (Hrsg.) Proceedings 2nd Dummerstorf Muscle Workshop: Muscle Growth and Meat Quality. Rostock 17-19th May 1995, Schriftenreihe des Forschungsinstituts für die Biologie landwirtschaftlicher Nutztiere Dummerstorf, Heft 6: 58-64.
- Ender, K., Augustini, C. (1998) Schlachttierwert von Rind und Kalb. In: Branscheid, W., Honikel, K.-O., Lengerken, G. V., Tröger, K. (Hrsg.), Qualität von Fleisch und Fleischwaren, Bd. 1. Deutscher Fachverlag, Frankfurt am Main: 165-203.

- Ender, K., Albrecht, E., Wegner, J. (1997) Die Video-Bildanalyse zur Messung qualitätsrelevanter Merkmale des Rindfleisches. Arch. Tierz., Dummerstorf, **40** (Sonderheft): 148-154.
- Ernst, E. (1995) Schlachtkörperbewertung von Rind, Schwein, Schaf und Geflügel. Betriebswirtschaftliche Mitteilungen, LK Schleswig-Holstein, Nr. **487**
- Ernst, E., Kalm, E. (1994) Grundlagen der Tierhaltung und Tierzucht. Parey, Hamburg und Berlin.
- EU (Europäische Union) (2005) Entscheidung der Kommission vom 26. Oktober 2004 mit Durchführungsbestimmungen zur Richtlinie 93/24/EWG des Rates betreffend die statistischen Erhebungen über den Rinderbestand und die Rindererzeugung. (2004/761/EG). Amtsblatt EU **2005**, Nr. **L 337**: 64; **2005** Nr. **L 201**: 46; **2006** Nr. **L 160**: 19.
- Feldhusen, F., Neumann-Fuhrmann, D., Häger, O., Wenzel, S. (1987) Farbmessung im Rahmen der Fleischqualitätsprüfung mit dem Minolta Chromameter. Züchtungskunde, **59**: 146-157.
- Fernandes, T. L., Wilton, J. W., Mandell, I. B., Devitt C. J. B. (2002) Genetic parameter estimates for meat quality traits in beef cattle managed under a constant finishing program. Communication N° 02-93. 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, August 19-23, 2002, Montpellier, France.
- Field, R., McCormick, R., Balasubramanian, V., Sanson, D., Wise, J., Hixon, D., Riley, M., Russell, W. (1997) Tenderness variation among loin steaks from A and C maturity carcasses of heifers similar in chronological age. J. Anim. Sci., **75**: 693-699.
- Fiems, L. O., De Campeneere, S., De Smet, S., Van de Voorde, G., Vanacker, J. M., Boucqué, C. V. (2000) Relationship between fat depots in carcasses of beef bulls and effect on meat colour and tenderness. Meat Sci., **56**: 41-47.
- Fischer, K. (1992) Topographische Unterschiede im intramuskulären Fettgehalt von Schweinefleisch. Beitrag zur Vortragstagung der DGfZ/GfT, Weihenstephan.
- Frelich, J., Voříšková, J., Kuník, J., Kvapilík, J. (1998) Mast- und Schlachtleistungen von Bullen aus Gebrauchskreuzungen tschechischer Rinderrassen mit Fleischrinderrassen. Arch. Tierz., Dummerstorf, **41**: 533-544.

- Freudenreich, P. (1978) Untersuchungen über die Beschaffenheit von Kalb- und Rindfleisch im Hinblick auf qualitative Unterschiede: Möglichkeiten einer Qualitätsabgrenzung. Diss., München.
- Frickh, J. J. (2001a) Einfluss von Fütterung und Haltung auf die Qualität von Rindfleisch. Tagungsbericht, Jahrestagung 2001 Arbeitsgemeinschaft landwirtschaftlicher Versuchsanstalten, Wolfpassing, Österreich: 169-171.
- Frickh, J. J. (2001b) Untersuchungen zur Erarbeitung von Selektionskriterien für die Fleischleistung beim Rind, mit besonderer Berücksichtigung der Fleischqualität. Abschlussbericht Forschungsprojekt Nr. 1095. Landwirtschaftliche Bundesversuchswirtschaften GmbH, A-3250 Wieselburg, Österreich. 56 S.
- Frickh, J. J. (2001c) Adaptierung von Untersuchungsmethoden für die routinemäßige Prüfung auf Fleischqualität im Rahmen einer stationären Prüfung. Abschlussbericht Forschungsprojekt Nr. 1168. Landwirtschaftliche Bundesversuchswirtschaften GmbH, A-3250 Wieselburg, Österreich. 80 S.
- Frickh, J. J. (2003) Mastleistung, Schlachtleistung, Schlachtkörperzusammensetzung sowie Kennzahlen der Fleischqualität von Ochsen der Rasse Tiroler Grauvieh. Abschlussbericht Forschungsprojekt Projekt L 1205. Landwirtschaftliche Bundesversuchswirtschaften GmbH, A-3250 Wieselburg, Österreich. 80 S.
- Frickh, J. J. (2004) Einfluss der Fleischreifung auf die Zartheit von Kalbinnen- und Jungstierfleisch. Abschlussbericht Forschungsprojekt Nr. 1358. Landwirtschaftliche Bundesversuchswirtschaften GmbH, A-3250 Wieselburg, Österreich. 38 S.
- Frickh, J. J., Römer-Kolbe, A. (2006) Einfluss von Fütterungsintensität und Kategorie auf die Futteraufnahme, Mastleistung, Schlachtleistung, Fleischqualität und Wirtschaftlichkeit intensiv gemästeter Kälber aus der Mutterkuhhaltung. Endbericht Forschungsprojekt Nr. 1335. Landwirtschaftliche Bundesversuchswirtschaften GmbH, A-3250 Wieselburg, Österreich. 118 S.
- Frickh, J. J., Sölkner, J. (1997) Die Messung der Fleischfarbe als Qualitätsmerkmal beim Rindfleisch – Ergebnisse eines Rassenversuches. Züchtungskunde, **69**: 163-180.
- Frickh, J. J., Baumung, R., Luger, K., Steinwidder, A. (2002) Einfluss der Kategorie (Stiere, Ochsen, Kalbinnen) und des Kraftfutterniveaus (Fütterungsintensität) auf der Basis von Gras- und Maissilage auf die Schlachtleistung und Fleischqualität. 29. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 24. -25. April 2002. Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, Irdning, Österreich.

- Fürst, A., Berschauer, F. (1981) Die Fleischqualität beim Schwein. Teil I: Kriterien der Fleischqualität und Qualitätsabweichungen. Übersichten zur Tierernährung, **9**: 125-144.
- Gardner, T. L., Dolezal, H. G., Allen, D. M. (1995) Utilization of video image analysis in predicting beef carcass lean product yields. In: 1995 Animal Science Research Report, Animal Science Institute, Oklahoma State University, Stillwater (OK), USA (www.ansi.okstate.edu/research/1995RR/foods.html): 61-67.
- Gerrard, D. E., Gao, X., Tan, J. (1996) Beef marbling and color score determination by image processing. J. Food Sci. **61**: 145-148.
- Golze, M., Augustini, C. (2001) Qualitätsfleischerzeugung unter extensiven und intensiven Produktionsbedingungen. In: Landesanstalt für Landwirtschaft, Abteilung für Tierzucht und Tierhaltung, Teltow (Hrsg.): Fleischrinderhaltung bei extensiver und intensiver Produktion. Tagungsbericht, Fleischrindtag 11. Oktober 2001, Götz.
- Golze, M., Krüger, C. (2003) Rindermast im Öko-Betrieb - Möglichkeiten, Empfehlungen und Management. 2. Mitteilung: Rindfleischerzeugung in Verbindung mit der Mutterkuhhaltung. Infodienst für Beratung und Schule der Sächsischen Agrarverwaltung, **05/03**: 89-99.
- Gregor, G., Scholz, A. (1993) Videobildanalyse zu Bestimmung des intramuskulären Fettgehaltes und Zuchtzieldiskussion beim Schwein. Arch. Tierz, Dummerstorf **36**: 383-395.
- Grosse, F., Papstein, H.-J. (1991) Qualitätsrindfleisch von Weidemasttieren durch Nachmast. Tierzucht **45**:159-160.
- Gregory, K. E., Cundiff, L. V., Koch, R. M., Dikeman, M. E. Koohmaraie, M. (1994) Breed effects, retained heterosis, and estimates of genetic and phenotypic parameters for carcass and meat traits of beef cattle. J. Anim. Sci., **72**: 1174-1183.
- Grotheer, V. (1996) Entwicklung eines Modells für die Zuchtwertschätzung bei Fleischrindern. Diss. Christian-Albrechts-Universität Kiel. Selbstverlag des Institutes für Tierzucht und Tierhaltung der Christian-Albrechts-Universität, Kiel, Heft **92**.
- Hamm, R. (1972) Kolloidchemie des Fleisches. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg.
- Hamm, R. (1975) Water-holding capacity of meat. In: D.J.A. Cole and R.A. Lawrie (Hrsg.) Meat. Butterworths, London, England: 321-338.

- Hamm, R. (1981) Beiträge zu Chemie und Physik des Fleisches. Struktur und Funktion des Muskels. Zit. nach Schwägele, F. (1998) Kühlung, Kühlagerung und Fleischreifung – chemische und physikalische Grundlagen. In: Köhlen, Zerlegen, Kühlagerung, Reifung. Einfluss auf die Fleischqualität. Kulmbacher Reihe Bd. **15**, Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach: 7-34.
- Hammond, J. (1955) Quality meat production. J. Yorkshire Agric. Soc., 1.
- Hennig, M., Slomke, U. (1999) EU- Öko-Verordnung Tierische Produktion. aid-Informationen, *H* **9/99**, I-IV.
- Hoffmann, A. (2003) Implementierung der Schuss-Schlag-Betäubung im zugelassenen Schlachtbetrieb. Vet. med. Diss., Ludwig-Maximilians-Universität München.
- Hofmann, K. (1974) Notwendigkeit und Vorschlag einer einheitlichen Definition des Begriffes „Fleischqualität“. Fleischwirtschaft, **54**:1607.
- Hofmann, K. (1986) Ist die Fleischqualität messbar? In: Chemisch-physikalische Merkmale der Fleischqualität. Kulmbacher Reihe Bd. **6**, Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach: 1-17.
- Hofmann, K. (1987) Der Begriff Fleischqualität. Definition und Anwendung. Fleischwirtschaft, **67**: 44-49.
- Hofmann, K. (1998) Der Qualitätsbegriff bei Fleisch. In: Branscheid, W., Honikel, K.-O., Lengerken, G. V., Tröger, K. (Hrsg.), Qualität von Fleisch und Fleischwaren, Bd. 1. Deutscher Fachverlag, Frankfurt am Main: 91-96.
- Holló, G., Nürnberg, K., Seregi, J., Holló, I., Repa, I., Ender, K. (2004) Der Einfluss der Fütterung auf die Mast- und Schlachtleistung bei Jungbullen der Rassen Ungarisches Grauvieh und Holstein Friesian. Arch. Tierz., Dummerstorf, **47**: 313-323.
- Honikel, K.O., Schwägele, F. (1998) Biochemische Prozesse der Fleischbildung. In: Branscheid, W., K.-O. Honikel, G. V. Lengerken und K. Troeger (Hrsg.) Qualität von Fleisch und Fleischwaren, Bd. 2. Deutscher Fachverlag. Frankfurt am Main: 593 -616.
- Hoving-Bolink, A. H., Hanekamp, W. J. A., Walstra, P. (1999a) Effects of diet on carcass, meat and eating quality of once-bred Piemontese x Friesian heifers. Livest. Prod. Sci., **57**: 267-272.
- Hoving-Bolink, A. H., Hanekamp, W. J. A., Walstra, P. (1999b) Effects of sire breed and husbandry system on carcass, meat and eating quality of Piemontese and Limousin crossbred bulls and heifers. Livest. Prod. Sci., **57**: 273-278.

- Ishii, T., Cassens, R. G., Scheller, K. K., Arp, S. C., Schaefer, D. M. (1992) Image analysis to determine intramuscular fat in muscle. *Food Structure*, **11**: 55-60.
- Jakubec, V., Schlote, W., Riha, J., Majzlik, I. (2003) Comparison of growth traits of eight beef cattle breeds in the Czech Republic. *Arch. Tierz., Dummerstorf*, **46**: 143-153.
- Johnston, D. J., Reverter, A., Burrow, H. M., Oddy, V. H., Robinson, D. L. (2003a) Genetic and phenotypic characterization of animal, carcass, and meat quality traits from temperate and tropically adapted beef breeds. 1. Animal measures. *Aust. J. Agric. Res.*, **54**: 107-118.
- Johnston, D. J., Reverter, A., Ferguson, D. M., Thompson, J. M., Burrow, H. M. (2003b) Genetic and phenotypic characterization of animal, carcass, and meat quality traits from temperate and tropically adapted beef breeds. 3. Meat quality traits. *Aust. J. Agric. Res.*, **54**: 135-147.
- Kadim, I. T., Mahgoub, O., Al-Ajmi, D. S., Al-Maqbaly, R. S., Al-Mugheiry, S. M., Bartolome, D. Y. (2004) The influence of season on quality characteristics of hot-boned beef *m. longissimus thoracis*. *Meat Sci.*, **66**: 831-836.
- Kalm, E. (1989) Kriterien zur Beurteilung der Rindfleischqualität. Vortrag zur Landestagung der Rinderspezialberatungsringe in Schleswig-Holstein am 31.01.1989 in Rendsburg. Betriebswirtschaftliche Mitteilungen der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein, 2/1989, Nr. 407.
- Kim, Y. S., Yoon, S. K., Song, Y. H., Lee, S. K. (2003) Effect of season on color of Hanwoo (Korean native cattle) beef. *Meat Sci.*, **63**: 509-513.
- Klettner, P. G., Stiebing, A. (1980) Beitrag zur Bestimmung der Farbe bei Fleisch und Fleischerzeugnissen, I. Einführung in die Grundlagen der Farbmessung. *Fleischwirtschaft*, **60**: 1970-1976.
- Klont, R. E., Barnier, V. M. H., Smulders, F. J. M., Van Dijk, A., Hoving-Bolink, A. H., Eikelenboom, G. (1999) Post-mortem variation in pH, temperature, and colour profiles of veal carcasses in relation to breed, blood haemoglobin content, and carcass characteristics. *Meat Sci.*, **53**: 195-202.
- Kögel, J. (1991) Fleischqualität beim Rind. *Schule und Beratung*, **1991**, IV: 4.
- Kögel, J. (1999) Einflüsse von Produktionstechnik, Kategorie und Rasse auf die Rindfleischqualität. *Lohmann Information*, **2/99**: 15-21.

- Kögel, J., Dempfle, L., Augustini, C. (1993) Wiederholbarkeiten, Heritabilitäten und Korrelationen von Merkmalen der Fleischqualität zueinander sowie zu Nettozunahme und Merkmalen der Muskelfülle bei Braunvieh und Braunvieh-Kreuzungstieren. *Züchtungskunde*, **65**: 348–369.
- Kögel, J., Dempfle, L., Alps, H., Sarreiter, R., Gottschalk, A. (1989) Untersuchungen zur Frage geeigneter Vatterassen für Gebrauchskreuzungen beim Deutschen Braunvieh. 3. Mitteilung: Färsenmast – Versuchsdurchführung sowie Mast- und Schlachtleistung. *Züchtungskunde*, **61**: 347-355.
- Kögel, J., Reinsch, N., Kustermann, W., Eichinger, H., Thaller, G., Pirchner, F. (1997) Fleischleistung der gefährdeten bayerischen Rinderrassen. 1. Mitteilung: Mastleistung, Schlachtertrag und Schlachtkörperqualität. *Züchtungskunde*, **69**: 244-253.
- Kögel, J., Augustini, C., Pickl, M., Edelmann, P. (1998) Einfluss von Grassilage, Heu und Maissilage auf die Fleischqualität von Mastfärsen. *Züchtungskunde*, **70**: 185-195.
- Kögel, J., Pickl, M., Rott, J., Hollwich, W. (2001) Kreuzungsversuch mit Piemontesern, Deutschen Angus und Weiß-Blauen Belgiern auf Fleckvieh-Kühe. 2. Mitteilung: Schlachtertrag und Schlachtkörperqualität. *Züchtungskunde*, **73**: 204-214.
- Kronacher, C. (1929) *Züchtungslehre*. Parey, Berlin.
- Kuchida, K., Yamaki, K., Yamagishi, T., Mizuma, Y. (1992) Evaluation of meat quality in Japanese beef cattle by computer image analysis. *Anim. Sci. Technol. (Jpn.)*, **63**: 121-128.
- Kuchida, K., Kono, S., Konishi, K., Van Vleck, L. D., Suzuki, M., Miyoshi, S. (2000) Prediction of crude fat content of longissimus muscle of beef using the ration of fat area calculated from computer image analysis: comparison of regression equations for prediction using different input devices at different stations. *J. Anim. Sci.*, **78**: 799-803.
- Lawrence, T. E., Whatley, J. D., Montgomery, T. H., Perino, L. J., Dikeman, M. E. (2000) Influence of dental carcass maturity classification on carcass traits and tenderness of longissimus steaks from commercially fed cattle. *J. Anim. Sci.*, **79**: 2092-2096.
- Lawrie, R. A. (1970) *Fleischkunde*. BLV München, Basel, Wien.
- Lee, Y. J. (1984) Untersuchungen über die Abhängigkeit der Zartheit von Rindermuskeln. Diss., Technische Universität München.

- Maher, S. C., Mullen, A. M., Moloney, A. P., Buckley, D. J., Kerry, J. P. (2004a) Quantifying the extent of variation in the eating quality traits of the *M. longissimus dorsi* and *M. semimembranosus* of conventionally processed Irish beef. *Meat Sci.*, **66**: 351-360.
- Maher, S. C., Mullen, A. M., Keane, M. G., Buckley, D. J., Kerry, J. P., Moloney, A. P. (2004b) Decreasing variation in the eating quality of beef through homogenous pre- and post-slaughter management. *Meat Sci.*, **67**: 33-43.
- Maher, S. C., Mullen, A. M., Moloney, A. P., Drennan, M. J., Buckley, D. J., Kerry, J. P. (2004c) Colour, composition and eating quality of beef from the progeny of two Charolais sires. *Meat Sci.*, **67**: 73-80.
- María, G. A., Villarroel, M., Sañudo, C., Olleta, J., Gebresenbet, L. G. (2003) Effect of transport time and ageing on aspects of beef quality. *Meat Sci.*, **65**: 1335-1340.
- Miller, R. K., Miller, J. L., Carstens, G. E., Lunt, D. K., Rouquette, R. M., Warrington, W., Leppke, H., Holloway, W., Long, C., Randel, R., Welsh, T., Sanders, J. R., Sanders, J. O. (2002) Environmental and nutritional Effects on beef tenderness. Texas beef council. (www.texasbeef.org/files/rreport_4_envnuttend.pdf).
- Mojto, J., Zaujec, K., Novotná, K. (2003) Shear force value in meat of slaughter bulls of various breeds. Poster CSN2. 13. In: Proceedings 54th Annual Meeting. The European Association for Animal Production, Rome, Italy, 2003: 109.
- Moloney, A. P., Fallon, R. J., Mooney, M. T., Troy, D. J. (2004) The quality of meat and fatness of bulls offered ad libitum concentrates, indoors or at pasture. *Livest. Prod. Sci.*, **87**: 271-276.
- Newman, P. B. (1984) The use of video image analysis for quantitative measurement of visible fat and lean in meat: Part 1– Boneless fresh and cured meat. *Meat Sci.*, **10**: 87-100.
- Normand, J. (2005) Couleur de la viande de veau et de gros bovins. *Compte rendue Institut de l' Elevage*, Paris, Frankreich. N° 170532004.
- Nuernberg, K., Dannenberger, D., Nuernberg, G., Ender, K., Voigt, J., Scollan, N. D., Wood, J. D., Nute, G. R., Richardson, R. I. (2005) Effect of a grass-based and a concentrate feeding system on meat quality characteristics and fatty acid composition of longissimus muscle in different cattle breeds. *Livest. Prod. Sci.*, **94**: 137-147.

- O'Neill, D. J., Troy, D. J., Mullen, A. M. (2004) Determination of potential inherent variability when measuring beef quality. *Meat Sci.*, **66**: 765-770.
- Ozawa, S., Mitsuhashi, T., Mitsumoto, M., Matsumoto, S., Itoh, N., Itagaki, K., Kohno, Y., Dohgo, T. (2000) The characteristics of muscle fibre types of longissimus thoracis muscle and their influences on the quantity and quality of meat from Japanese Black steers. *Meat Sci.*, **54**: 65-70.
- Page, J. K., Wulf, D. M., Schwotzer, T. R. (2001) A survey of beef muscle color and pH. *J. Anim. Sci.*, **79**: 678-687.
- Pearson, A. M., Young, R. B. (1989) *Muscle and meat biochemistry*. Academic Press, Inc., San Diego, New York, Berkeley, Boston, London, Sydney, Tokyo, Toronto.
- Pipek, P., Jelenikova, J., Sarnovsky, L. (2004) The use of video image analysis for fat content estimation. *Czech J. Anim. Sci.*, **49**: 115-120.
- Polák, P., Mendizabal, J. A., Blanco Roa, N. E., Krupa, E., Huba, J., Peškovičová, D., Oravcová, M. (2008) Prediction of intramuscular fat in live bulls using real-time ultrasound and image analysis. *J. Anim. and Feed Sci. (IFZZ, Jablonna, PL)*, **17**: 30-40.
- Potthast, K. (1986) Fleischfarbe, Farbstabilität und Umrötung. In: Institut für Fleischerzeugung und Vermarktung, Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach (Hrsg.), *Chemisch-physikalische Merkmale der Fleischqualität. Kulmbacher Reihe, (Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach), Bd. 6*: 89-110.
- Purchas, R. W., Lloyd Davies, H. (1974) Meat production of Friesian steers: The effect of intramuscular fat on palatability and the effect of growth rates on composition changes. *Aust. J. Agric. Res.*, **25**: 667-677.
- Realini, C. E., Duckett, S.K., Brito, G.W., Dalla Rizza, M., De Mattos, D. (2004) Effect of pasture vs. concentrate feeding with or without antioxidants on carcass characteristics, fatty acid composition, and quality of Uruguayan beef. *Meat Sci.*, **66**: 567-577.
- Reichardt, W., Warzecha, H., Hanschmann, G., Bargholz, J. (1997) Über einige analytische Fleischqualitätsmerkmale bei Mastbullen, -ochsen und -färsen verschiedener Rassen und ihrer Kreuzungsprodukte. *Züchtungskunde*, **69**: 366-384.

- Reverter, A., Johnston, D. J., Perry, D., Goddard, M. E., Burrow, H. M. (2003a) Genetic and phenotypic characterization of animal, carcass, and meat quality traits from temperate and tropically adapted beef breeds. 2. Abattoir carcass traits. *Aust. J. Agric. Res.*, **54**: 119–134.
- Reverter, A., Johnston, D. J., Ferguson, D. M., Perry, D., Goddard, M. E., Burrow, H. M., Oddy, V. H., Thompson, J. M., Bindon, B. M. (2003b) Genetic and phenotypic characterization of animal, carcass, and meat quality traits from temperate and tropically adapted beef breeds. 4. Correlations among animal, carcass, and meat quality traits. *Aust. J. Agric. Res.*, **54**: 149–158.
- Revilla, I., Vivar-Quintana, A. M. (2006) Effect of breed and ageing time on meat quality and sensory attributes of veal calves of the "Ternera de Aliste" Quality Label. *Meat Sci.*, **73**: 189–195.
- Roffeis, M. (1999) Hohe Leistungen und bestes Management sind die Voraussetzungen für gute Vermarktungschancen. In: Beiträge zum Fleischrindtag 1999 in Groß Kreutz: Anforderungen an eine markt-orientierte Fleischrindproduktion. (Landesanstalt für Landwirtschaft, Brandenburg): 11-18.
- Roffeis, M., Leberecht, M., Schlote., W. (2001) Mast- und Schlachtleistung von Weidekälbern aus der Mutterkuhhaltung. Aktuelle Beiträge zur Landwirtschaft (Landesanstalt für Landwirtschaft, Brandenburg) **VII**: 5-13.
- Ruiz de Huidobro, F., Miguel, E., Onega, E., Blázquez, B. (2003) Changes in meat quality characteristics of bovine meat during the first 6 days post mortem. *Meat Sci.*, **65**: 1439–1446.
- Sami, A. S., Augustini, C., Schwarz, F. J. (2004) Effects of feeding intensity and time on feed on performance, carcass characteristics and meat quality of Simmental bulls. *Meat Sci.*, **67**: 195–201.
- SAS Institute Inc. (1996) User's Guide: Statistics. Version 6.12. Cary, NC, USA.
- SAS Institute Inc. (2001) User's Guide: Statistics. Version 8.2. Cary, NC, USA.
- Scheper, J. (1974) Merkmale der Fleischbeschaffenheit. Definitionen, Messungen, Zeitabhängigkeit und Aussage. *Fleischwirtschaft*, **54**: 1934-1938.
- Scheper, J. (1978) pH-Wert-Messung an Schweinehälften, Zeitpunkt, Messstelle, Aussage. *Fleischwirtschaft*, **58**: 1642-1646.

- Scheper, J. (1982) Zusammenhänge zwischen Eigenschaften der Fleischbeschaffenheit sowie Wechselbeziehungen zwischen Quantität und Qualität. In: Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach (Hrsg.), Beiträge zum Schlachtwert von Schweinen. Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach: 145-164.
- Schnäckel, W., Matthes, H. D., Pastoushenko, V., Wiegand, D., Schellenberg, I. (2000) Fleischqualität von Weidemastfärsen und -kälbern: Sensorische und technologische Untersuchungen. Fleischwirtschaft, **80**: 102-106.
- Schönmuth, G., Seeland, G. (1994) Wachstum und Fleisch. In: H. Kräusslich (Hrsg.) Tierzuchtungslehre. 4. Auflage. Ulmer, Stuttgart: 168-194.
- Scholz, A. (1997) Videobildanalyse zur Bestimmung des Marmorierungsgrades im Kotelett mit Hilfe verschiedener SAS-Prozeduren. Proceedings 1. Konferenz der SAS-Benutzer in Forschung und Entwicklung (KSFE), Humboldt-Universität zu Berlin, 20./21. Februar 1997, S. 295-308.
- Schutte, B.R., Biju, N., Kranzler, G.A., Dolezal, H.G. (1998) Color video image analysis for augmenting beef carcass grading. In: 1998 Animal Science Research Report, Animal Science Institute, Oklahoma State University, Stillwater (OK), USA (www.ansi.okstate.edu/research/1998rr/07.html): 32-36.
- Schwarz, F. J., Augustini, C., Kirchgessner, M. (1998) Gewichtsentwicklung sowie Schlachtkörper- und Fleischqualität von Fleckvieh- und Angus x Fleckvieh- Färsen bei unterschiedlichen Fütterungsverfahren. Züchtungskunde, **70**: 61-74.
- Seideman, S. C. (1986) Methods of expressing collagen characteristics and their relationship to meat tenderness and muscle fiber types. J. Food Sci., **51**: 273-276.
- Seideman, S. C., Koohmaraie, M., Crouse, J. D. (1987) Factors associated with tenderness in young beef. Meat Sci., **20**: 281-291.
- Shackelford, S. D., Koohmaraie, M., Miller, M. F., Crouse, J. D., Reagan, J. O. (1991) An evaluation of tenderness of the longissimus muscle of Angus by Hereford versus Brahman crossbred heifers. J. Anim. Sci., **69**: 171-177.
- Shackelford, S. D., Koohmaraie, M., Cundiff, L.V., Gregory, K.E., Rohrer, G.A., Savell, J.W. (1994) Heritabilities and phenotypic and genetic correlations for bovine postrigor calpastatin activity, intramuscular fat content, Warner-Bratzler shear force, retail product yield, and growth rate, J. Anim. Sci., **72**: 857-863.

- Shackelford, S. D., Wheeler, T. L., Koohmaraie, M. (1995) Relationship between shear force and trained sensory panel tenderness ratings of 10 major muscles from *Bos indicus* and *Bos taurus* cattle. *J. Anim. Sci.*, **73**: 3333-3340.
- Silva, J. A., Patarata, L. Martins, C. (1999) Influence of ultimate pH on bovine meat tenderness during ageing. *Meat Sci.*, **52**: 453-459.
- Sochor, J., Simeonovová, J., Šubrt, J., Buchar, J. (2005) Effect of selected fattening performance and carcass value traits on textural properties of beef. *Czech J. Anim. Sci.*, **50**: 81-88.
- Steinwigger, A., Guggenberger, T., Schauer, A., Römer, A., Ibi, G., Frickh, J. (2007) Einfluss von Rationsgestaltung, Geschlecht und Genetik auf die Mastleistung von Jungrindern aus der Mutterkuhhaltung. *Züchtungskunde*, **79**: 128-141.
- Stöckling, J. (1990) Schlachtkörper- und Fleischqualität intensiv gemästeter Jungrinder im Vergleich zu Jungbullen aus der Wirtschaftsmast. Diss. Georg-August-Universität zu Göttingen.
- Štoković, I., Karadjole, I., Križanović, D., Božić, P., Ekert-Kabalin, A. (2007) Phenotypic characteristics of chemical composition of m. longissimus dorsi in Croatian Simmental bulls. *MESO (The first Croatian meat journal)*, Vol. **IX** (6): 324-328.
- Stüber, J. (2000) Die Anwendung der Elektrobetäubung bei der rituellen Schlachtung des Rindes: Untersuchungen zu Ausblutungsgrad, pH-Wert- Entwicklung und Schäden am Schlachttierkörper. Diss. vet. med., Universität Leipzig.
- Szücs, E., Ender, B., Papstein, H.-J., Nürnberg, G., Ender, K. (2001a) Vergleich des Schlacht- und Nährwertes sowie der Fleischbeschaffenheit von Jungbullen der Rassen Deutsches Fleckvieh und Deutsche Holsteins (Schwarzbunte) im Verlauf des Wachstums. 1. Mitteilung: Wachstum und Schlachtkörperzusammensetzung. *Züchtungskunde*, **73**: 33-44.
- Szücs, E., Ender, B., Papstein, H.-J., Nürnberg, G., Ender, K. (2001b) Vergleich des Schlacht- und Nährwertes sowie der Fleischbeschaffenheit von Jungbullen der Rassen Deutsches Fleckvieh und Deutsche Holsteins (Schwarzbunte) im Verlauf des Wachstums. 2. Mitteilung: Nährwert und Fleischbeschaffenheit. *Züchtungskunde*, **73**: 45-53.
- Temisan, V., Augustini, C. (1987) Wege zur Erzeugung von Qualitätsrindfleisch. In: Institut für Fleischerzeugung und Vermarktung, Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach (Hrsg.), Rindfleisch -

- Schlachtkörperwert und Fleischqualität. Kulmbacher Reihe, (Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach), Bd. **7**: 299-334.
- Temisan, V., Augustini, C. (1989a) Qualitätsrindfleisch - Definition, Standardisierung, Wege zur Erzeugung. 1. Definition, wertbestimmende Faktoren, Standardisierung. Fleischwirtschaft, **69**: 31-37.
- Temisan, V., Augustini, C. (1989b) Qualitätsrindfleisch - Definition, Standardisierung, Wege zur Erzeugung, 2. Wege zur Erzeugung von Qualitätsrindfleisch. Fleischwirtschaft, **69**: 552 - 556.
- Timm, R. R., Unruh, J. A., Dikeman, M. E., Hunt, M. C., Boyer, J. E., Marsden, J. R., Marsden, J. L. (2002) Effects of freezing and location within the beef Longissimus muscle (Strip loin steak) on tenderness. Cattlemen's Day: 94-97.
- Tözser, J., Hollo, I., Hollo, G., Szücs, E., Zandoki, R., Seregi, J., Repa, I. (2003) Evaluation of marbling by US scoring system and video image analysis. (Abstract) Supplement 1 (W80), J. Anim. Sci., **81**, S. 315.
- Varela, A., Oliete, B., Moreno, T., Portela, C., Monserrat, L., Carballo, J. A., Sanchez, L. (2004) Effect of pasture finishing on the meat characteristics and intramuscular fatty acid profile of steers of the Rubia Gallega breed. Meat Sci., **67**: 515-522.
- Warzecha, H., Reichardt, W. (1997) Einfluss von Rasse, Geschlecht und Fütterungsintensität auf den IMF-Gehalt beim Rind. In: Tagungsband Kolloquium zum Intramuskulären Fettgehalt. Jena 22.-23. Oktober 1996. Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Jena **1997**: 86-92.
- Winkler, C. A. (1939) Beziehungen zwischen dem Wasserbindungsvermögen des Fleisches und sensorischen Faktoren der Fleischqualität. Zit. in: Hamm, R. (1970) Fleischwirtschaft, **6**: 1502-1506.
- Wulf, D. M., Wise, J. W. (1999) Measuring muscle color on beef carcasses using the L*a*b* color space. J. Anim. Sci., **77**: 2418-2427
- Wulf, D. M., Tatum, J. D., Green, A. D., Morgan, J. B., Golden, B. L., Smith, G. C. (1996) Genetic influences on beef longissimus palatability in Charolais- and Limousin-sired steers and heifers. J. Anim. Sci., **74**: 2394-2405.
- Yang, X. J., Albrecht, E., Ender K., Zhao R. Q. Wegner, J. (2006) Computer image analysis of intramuscular adipocytes and marbling in the longissimus muscle of cattle. J. Anim. Sci., **84**: 3251-3258.

9 Anhang

Tabelle 1: Lebendgewicht (kg) - LS-Mittelwerte (LSM)

Genotypgruppe	(G)	Geburtsquartal (Q)				Gesamt
		Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q ₄	
Fleckvieh	(FV)	258,44	262,60	261,53	257,94	260,13
Salers	(SA)	276,37	263,43	260,66	264,46	266,23
Salers x Fleckvieh	(SA*FV)	261,90	262,26	283,45	252,48	265,02
Salers x Fleischrasse	(SA*F)	287,55	260,11	246,78	248,48	260,73
Salers x Milchrasse	(SA*M)	261,14	255,86	270,19	263,49	262,67
Fleisch- x Fleischrasse	(F*F)	268,54	267,28	266,14	266,94	267,31
Fleisch- x Milchrasse	(F*M)	255,83	260,82	257,09	274,60	262,08
Mast- x Milchrasse	(MA*M)	273,77	267,87	267,09	281,54	272,57
Gesamt		267,94	262,57	264,12	263,74	264,59

Tabelle 2: Lebenstagszunahme (g) - LS-Mittelwerte (LSM)

Genotypgruppe	(G)	Geburtsquartal (Q)				Gesamt
		Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q ₄	
Fleckvieh	(FV)	1316,3	1182,7	1034,2	1311,4	1211,2
Salers	(SA)	1227,4	1149,5	1229,5	1355,4	1240,5
Salers x Fleckvieh	(SA*FV)	1288,7	1258,7	1172,6	1302,2	1255,5
Salers x Fleischrasse	(SA*F)	1713,8	1254,9	980,0	1194,9	1285,9
Salers x Milchrasse	(SA*M)	1504,4	1064,2	1198,1	1338,8	1276,4
Fleisch- x Fleischrasse	(F*F)	1524,5	1457,1	1440,6	1193,0	1403,8
Fleisch- x Milchrasse	(F*M)	1549,5	1173,9	1155,5	1217,9	1274,2
Mast- x Milchrasse	(MA*M)	1456,5	1023,4	1111,9	1312,8	1226,2
Gesamt		1447,6	1195,5	1165,3	1278,3	1271,7

Tabelle 3: Nettozunahme (g) - LS-Mittelwerte (LSM)

Genotypgruppe	(G)	Geburtsquartal (Q)				Gesamt
		Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q ₄	
Fleckvieh	(FV)	760,2	632,5	580,9	758,6	683,1
Salers	(SA)	702,0	669,7	715,2	793,9	720,2
Salers x Fleckvieh	(SA*FV)	739,2	712,7	663,9	756,8	718,1
Salers x Fleischrasse	(SA*F)	1010,0	716,6	571,9	702,3	750,2
Salers x Milchrasse	(SA*M)	904,0	598,8	658,8	790,2	737,9
Fleisch- x Fleischrasse	(F*F)	867,8	829,2	808,0	698,1	800,7
Fleisch- x Milchrasse	(F*M)	964,3	686,3	664,9	701,2	754,2
Mast- x Milchrasse	(MA*M)	861,0	556,6	623,4	768,9	702,5
Gesamt		851,1	675,3	660,9	746,2	733,4

Tabelle 4: Fleischigkeitsklasse (Pkt.) - LS-Mittelwerte (LSM)

Genotypgruppe	(G)	Geburtsquartal (Q)				Gesamt
		Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q ₄	
Fleckvieh	(FV)	3,01	2,92	2,82	3,19	2,98
Salers	(SA)	2,33	2,54	3,01	2,41	2,57
Salers x Fleckvieh	(SA*FV)	2,74	2,93	2,69	3,05	2,85
Salers x Fleischrasse	(SA*F)	3,10	2,83	2,63	2,92	2,87
Salers x Milchrasse	(SA*M)	2,92	2,65	2,89	2,99	2,86
Fleisch- x Fleischrasse	(F*F)	2,67	2,96	3,15	2,94	2,93
Fleisch- x Milchrasse	(F*M)	2,78	2,77	2,90	3,04	2,87
Mast- x Milchrasse	(MA*M)	2,93	2,59	2,59	2,77	2,72
Gesamt		2,81	2,77	2,84	2,91	2,83

Tabelle 5: Fettgewebeklasse (Pkt.) - LS-Mittelwerte (LSM)

Genotypgruppe	(G)	Geburtsquartal (Q)				Gesamt
		Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q ₄	
Fleckvieh	(FV)	1,96	1,76	1,86	1,87	1,86
Salers	(SA)	2,04	2,03	2,00	1,99	2,01
Salers x Fleckvieh	(SA*FV)	1,70	1,98	1,28	1,28	1,56
Salers x Fleischrasse	(SA*F)	2,02	1,98	1,73	2,13	1,96
Salers x Milchrasse	(SA*M)	2,04	2,45	2,19	2,08	2,19
Fleisch- x Fleischrasse	(F*F)	1,95	2,27	1,81	2,44	2,12
Fleisch- x Milchrasse	(F*M)	2,11	2,19	1,99	2,05	2,08
Mast- x Milchrasse	(MA*M)	2,34	2,34	2,23	2,06	2,24
Gesamt		2,02	2,12	1,89	1,99	2,00

Tabelle 6: pH-Wert 48 h p.m. - LS-Mittelwerte (LSM)

Genotypgruppe	(G)	Geburtsquartal (Q)				Gesamt
		Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q ₄	
Fleckvieh	(FV)	5,45	5,71	5,65	5,60	5,60
Salers	(SA)	5,76	5,75	5,75	5,58	5,71
Salers x Fleckvieh	(SA*FV)	5,60	5,69	5,63	5,48	5,60
Salers x Fleischrasse	(SA*F)	5,33	5,53	5,62	5,64	5,53
Salers x Milchrasse	(SA*M)	5,74	5,59	5,59	5,62	5,64
Fleisch- x Fleischrasse	(F*F)	5,57	5,54	5,55	5,64	5,57
Fleisch- x Milchrasse	(F*M)	5,39	5,58	5,47	5,53	5,49
Mast- x Milchrasse	(MA*M)	5,49	5,55	5,46	5,52	5,51
Gesamt		5,54	5,62	5,59	5,58	5,58

Tabelle 7: pH-Wert 14 d p.m. - LS-Mittelwerte (LSM)

Genotypgruppe	(G)	Geburtsquartal (Q)				Gesamt
		Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q ₄	
Fleckvieh	(FV)	5,77	5,58	5,65	5,58	5,64
Salers	(SA)	5,55	5,62	5,62	5,63	5,61
Salers x Fleckvieh	(SA*FV)	5,63	5,51	5,58	5,57	5,57
Salers x Fleischrasse	(SA*F)	5,22	5,50	5,55	5,59	5,46
Salers x Milchrasse	(SA*M)	5,66	5,59	5,48	5,51	5,56
Fleisch- x Fleischrasse	(F*F)	5,43	5,47	5,51	5,66	5,52
Fleisch- x Milchrasse	(F*M)	5,39	5,53	5,43	5,56	5,48
Mast- x Milchrasse	(MA*M)	5,62	5,49	5,48	5,52	5,53
Gesamt		5,53	5,54	5,54	5,58	5,55

Tabelle 8: Helligkeitswert (L*) 48 h p.m. - LS-Mittelwerte (LSM)

Genotypgruppe	(G)	Geburtsquartal (Q)				Gesamt
		Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q ₄	
Fleckvieh	(FV)	34,04	38,29	38,92	38,43	37,42
Salers	(SA)	36,48	37,86	38,26	39,63	38,06
Salers x Fleckvieh	(SA*FV)	34,59	37,91	36,60	35,92	36,25
Salers x Fleischrasse	(SA*F)	36,18	37,14	38,30	38,43	37,51
Salers x Milchrasse	(SA*M)	34,04	28,67	32,54	37,97	33,30
Fleisch- x Fleischrasse	(F*F)	36,69	36,94	38,14	39,06	37,71
Fleisch- x Milchrasse	(F*M)	38,33	34,14	37,81	37,76	37,01
Mast- x Milchrasse	(MA*M)	37,05	34,67	39,14	39,18	37,51
Gesamt		35,92	35,70	37,46	38,30	36,85

Tabelle 9: Helligkeitswert (L*) 14 d p.m. - LS-Mittelwerte (LSM)

Genotypgruppe	(G)	Geburtsquartal (Q)				Gesamt
		Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q ₄	
Fleckvieh	(FV)	33,27	37,81	38,06	37,99	36,78
Salers	(SA)	36,38	38,21	38,31	40,11	38,25
Salers x Fleckvieh	(SA*FV)	35,03	38,31	35,49	34,41	35,81
Salers x Fleischrasse	(SA*F)	39,47	36,68	37,78	39,66	38,40
Salers x Milchrasse	(SA*M)	34,77	29,23	32,76	36,84	33,40
Fleisch- x Fleischrasse	(F*F)	37,18	37,52	37,75	38,88	37,83
Fleisch- x Milchrasse	(F*M)	39,61	35,16	37,42	38,31	37,62
Mast- x Milchrasse	(MA*M)	37,43	35,40	39,85	40,98	38,42
Gesamt		36,64	36,04	37,18	38,40	37,06

Tabelle 10: Rottonwert (a*) 48 h p.m. - LS-Mittelwerte (LSM)

Genotypgruppe	(G)	Geburtsquartal (Q)				Gesamt
		Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q ₄	
Fleckvieh	(FV)	19,74	22,46	20,14	20,96	20,83
Salers	(SA)	20,18	21,98	21,56	21,69	21,36
Salers x Fleckvieh	(SA*FV)	19,46	21,95	19,49	19,67	20,14
Salers x Fleischrasse	(SA*F)	21,64	21,66	21,17	20,96	21,36
Salers x Milchrasse	(SA*M)	18,59	17,06	19,13	21,38	19,04
Fleisch- x Fleischrasse	(F*F)	20,28	21,21	22,06	20,61	21,04
Fleisch- x Milchrasse	(F*M)	20,81	19,77	21,38	21,07	20,76
Mast- x Milchrasse	(MA*M)	21,03	19,77	22,61	21,62	21,26
Gesamt		20,22	20,73	20,94	21,00	20,72

Tabelle 11: Rottonwert (a*) 14 d p.m. - LS-Mittelwerte (LSM)

Genotypgruppe	(G)	Geburtsquartal (Q)				Gesamt
		Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q ₄	
Fleckvieh	(FV)	20,19	21,20	19,76	20,38	20,38
Salers	(SA)	19,64	21,15	21,30	21,33	20,86
Salers x Fleckvieh	(SA*FV)	19,25	20,79	18,47	19,12	19,41
Salers x Fleischrasse	(SA*F)	20,03	20,92	20,20	19,67	20,20
Salers x Milchrasse	(SA*M)	18,87	16,26	18,19	19,71	18,26
Fleisch- x Fleischrasse	(F*F)	19,60	20,53	21,32	19,55	20,25
Fleisch- x Milchrasse	(F*M)	20,50	19,32	20,45	20,81	20,27
Mast- x Milchrasse	(MA*M)	20,39	19,32	21,25	20,58	20,39
Gesamt		19,81	19,94	20,12	20,14	20,00

Tabelle 12: Gelbtonwert (b*) 48 h p.m. - LS-Mittelwerte (LSM)

Genotypgruppe	(G)	Geburtsquartal (Q)				Gesamt
		Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q ₄	
Fleckvieh	(FV)	6,47	7,22	6,03	6,66	6,60
Salers	(SA)	4,20	5,76	5,55	5,80	5,33
Salers x Fleckvieh	(SA*FV)	5,04	6,47	5,15	5,75	5,60
Salers x Fleischrasse	(SA*F)	6,67	6,87	5,86	6,70	6,53
Salers x Milchrasse	(SA*M)	5,30	6,58	5,70	6,96	6,14
Fleisch- x Fleischrasse	(F*F)	5,42	6,38	6,46	6,71	6,24
Fleisch- x Milchrasse	(F*M)	6,25	5,78	5,95	5,84	5,96
Mast- x Milchrasse	(MA*M)	7,81	6,80	6,56	6,39	6,89
Gesamt		5,90	6,48	5,91	6,35	6,16

Tabelle 13: Gelbtonwert (b*) 14 d p.m. - LS-Mittelwerte (LSM)

Genotypgruppe	(G)	Geburtsquartal (Q)				Gesamt
		Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q ₄	
Fleckvieh	(FV)	3,63	4,12	3,19	3,49	3,61
Salers	(SA)	2,99	3,32	3,59	4,07	3,49
Salers x Fleckvieh	(SA*FV)	2,99	4,17	3,26	3,36	3,44
Salers x Fleischrasse	(SA*F)	4,58	4,51	3,93	3,65	4,17
Salers x Milchrassa	(SA*M)	2,98	5,47	4,37	4,12	4,23
Fleisch- x Fleischrasse	(F*F)	3,15	4,70	4,43	3,91	4,05
Fleisch- x Milchrassa	(F*M)	4,12	4,74	4,25	4,33	4,36
Mast- x Milchrassa	(MA*M)	4,07	5,39	4,44	4,44	4,59
Gesamt		3,56	4,55	3,93	3,92	3,99

Tabelle 14: Scherkraft roh (kg) 48 h p.m. - LS-Mittelwerte (LSM)

Genotypgruppe	(G)	Geburtsquartal (Q)				Gesamt
		Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q ₄	
Fleckvieh	(FV)	2,37	3,57	4,21	4,00	3,54
Salers	(SA)	4,23	4,19	4,24	4,73	4,35
Salers x Fleckvieh	(SA*FV)	3,55	4,34	3,03	3,37	3,57
Salers x Fleischrasse	(SA*F)	5,00	4,00	4,23	4,87	4,53
Salers x Milchrassa	(SA*M)	4,40	5,04	4,09	3,84	4,34
Fleisch- x Fleischrasse	(F*F)	3,42	3,66	4,05	4,96	4,02
Fleisch- x Milchrassa	(F*M)	3,08	4,48	4,32	4,38	4,06
Mast- x Milchrassa	(MA*M)	4,20	4,89	5,06	5,69	4,96
Gesamt		3,78	4,27	4,15	4,48	4,17

Tabelle 15: Scherkraft roh (kg) 14 d p.m. - LS-Mittelwerte (LSM)

Genotypgruppe	(G)	Geburtsquartal (Q)				Gesamt
		Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q ₄	
Fleckvieh	(FV)	2,28	3,71	3,61	3,83	3,36
Salers	(SA)	4,07	4,68	4,44	7,57	5,19
Salers x Fleckvieh	(SA*FV)	3,74	4,52	3,69	6,35	4,57
Salers x Fleischrasse	(SA*F)	5,10	3,39	3,90	6,62	4,75
Salers x Milchrassa	(SA*M)	3,56	3,98	3,76	5,34	4,16
Fleisch- x Fleischrasse	(F*F)	3,97	3,69	3,69	4,94	4,07
Fleisch- x Milchrassa	(F*M)	3,06	3,55	3,16	4,70	3,62
Mast- x Milchrassa	(MA*M)	4,43	3,98	3,02	6,23	4,42
Gesamt		3,78	3,94	3,66	5,70	4,27

Tabelle 16: Scherkraft gekocht (kg) 14 d p.m. - LS-Mittelwerte (LSM)

Genotypgruppe	(G)	Geburtsquartal (Q)				Gesamt
		Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q ₄	
Fleckvieh	(FV)	2,06	3,84	4,62	4,11	3,66
Salers	(SA)	2,81	5,23	5,68	3,32	4,26
Salers x Fleckvieh	(SA*FV)	4,73	3,75	4,23	4,13	4,21
Salers x Fleischrasse	(SA*F)	4,18	3,52	4,53	4,16	4,10
Salers x Milchrasse	(SA*M)	4,63	4,28	4,17	3,69	4,19
Fleisch- x Fleischrasse	(F*F)	3,95	4,03	3,04	4,09	3,78
Fleisch- x Milchrasse	(F*M)	3,09	4,14	3,74	4,98	3,99
Mast- x Milchrasse	(MA*M)	3,81	4,45	4,02	4,28	4,14
Gesamt		3,66	4,16	4,25	4,10	4,04

Tabelle 17: Intramuskulärer Fettgehalt (%) - LS-Mittelwerte (LSM)

Genotypgruppe	(G)	Geburtsquartal (Q)				Gesamt
		Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q ₄	
Fleckvieh	(FV)	1,37	2,43	0,91	0,75	1,37
Salers	(SA)	0,87	1,71	0,74	2,58	1,48
Salers x Fleckvieh	(SA*FV)	1,35	1,51	0,72	2,00	1,40
Salers x Fleischrasse	(SA*F)	3,35	2,41	0,87	1,74	2,09
Salers x Milchrasse	(SA*M)	1,42	3,62	0,89	1,35	1,82
Fleisch- x Fleischrasse	(F*F)	1,31	2,58	2,21	0,81	1,73
Fleisch- x Milchrasse	(F*M)	1,04	1,61	1,55	1,33	1,38
Mast- x Milchrasse	(MA*M)	1,36	2,31	1,56	0,94	1,54
Gesamt		1,50	2,27	1,18	1,43	1,60

Tabelle 18: Sichtbarer Fettanteil (%) - LS-Mittelwerte (LSM) für Genotypgruppen (G)

Genotypgruppe	(G)	Gesamt
Fleckvieh	(FV)	1,45
Salers	(SA)	1,01
Salers x Fleckvieh	(SA*FV)	1,43
Salers x Fleischrasse	(SA*F)	1,27
Salers x Milchrasse	(SA*M)	1,44
Fleisch- x Fleischrasse	(F*F)	1,46
Fleisch- x Milchrasse	(F*M)	1,20
Mast- x Milchrasse	(MA*M)	1,25
Gesamt		1,31

Tabelle 19: Sichtbarer Fettanteil (%) - LS-Mittelwerte (LSM) für Geburtsquartale (Q)

Geburtsquartale	(Q)	Gesamt
Winter	Q1	2,28
Frühjahr	Q2	1,21
Sommer	Q3	1,02
Herbst	Q4	0,74
Gesamt		1,31

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit versichere ich an Eides statt, dass ich die vorliegende Dissertation zum Thema „Fleischleistung und Fleischqualität bei Weidekälbern unter Berücksichtigung des mit Videobildanalyse bestimmten Fettanteils im M. longissimus dorsi“ selbständig und ohne unerlaubte Hilfe angefertigt und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe.

Diese Arbeit habe ich bisher weder in Teilen noch als Ganzes im Rahmen eines Promotionsverfahrens eingereicht.

Berlin, den 11.03.2009

.....

Djamel Sanaa